سلسلة مذكرات

الإبداع

في الرياضيات

الصف الأول الثانوي

الفصل الدراسي الأول

إعداد/

أ/ جميل غالي السيد

مقدمة

كلمة الطموح تعنى إبداع العقل ووصوله إلى مدارك الفهم والذكاء ،،
وكلمة **الإبداع** تعنى العيش على القمة وإستنشاق عزة العالى لإنه يرجو دائما المعالى لا يقنع بغيره ولا يرضى إلا القمة المستحقةعن جدارة ،،،،،،

فارجومن الله أن أكون قدمت ما على من خلال هذا العمل المتواضع بين أيديكم

والله أدعوا أن يوفقكم إلى ما تأملونه أنتم ووالديكم

مع أرق الأمنيات بالنجاح والتميز ،،،

أ/ جميل غالى السيد

❖ كيف نذاكر مادة الرياضيات :

- نحفظ قوانين الدرس جيدا " بالورقة والقلم "
- نذاكر الأمثلة المحلولة جيدا " بالورقة والقلم "
- نحيد حل الأمثلة المحلولة مرة أخرى دون النظر إلى الإجابة
- نقوم بحل تمارين متنوعة على الدرس



الإبداع

في الرياضيات

أولا:

الجبر

الوحدة الأولي

الجبر والعلاقات والدوال

١) حل معادلات الدرجة الثانية في متغير واحد

٢) مقدمة عن الأعداد المركبة

٣) تحديد نوع جذري المعادلة التربيعية

٤) العلاقة بين جذري المعادلة التربيعية ومعاملات حدودها

٥) تكوين المعادلة التربيعية من علم جذراها

٦) إشارة الدالة

٧) متباينة الدرجة الثانية في مجهول واحد

تمارين عامة علي الوحدة

اختبار تراكمي

(١) "حل معادلة الدرجة الثانية في مجهول واحد"

نعلم أن :

* المعادلة $أس^٢ + ب س + جـ = ٠$ حيث $أ ، ب ، جـ \in ح ، أ \neq ٠$. هي معادلة من الدرجة الثانية في مجهول واحد هو س . وهذه المعادلة لها حلان "جذران" على الأكثر.
* جذرا المعادلة "مجموعة حل المعادلة" هو كل عدد حقيقي يحققها .

أولاً : حل معادلة الدرجة الثانية جبريًا :-

(١) باستخدام التحليل (٢) باستخدام القانون العام

مثال ① :- أوجد مجموعة حل كل من المعادلات الآتية :-

(١) $س^٢ - ٥س = ٠$

(٢) $س^٢ - ٥س - ٦ = ٠$

(٣) $س^٢ - ٦س + ٩ = ٠$

(٤) $٣س^٢ - ١٧س - ٦ = ٠$

(٥) $س^٢ - ٩ = ٠$

(٦) $٥س^٢ + ٢س - ٤ = ٠$

(٧) $س + \frac{٥}{س} = ٤$

الحل :-

(٢) $س^٢ - ٥س - ٦ = ٠ \Leftarrow (س - ٦)(س + ١) = ٠$

إما $س - ٦ = ٠$ ، $س = ٦$ | أو $س + ١ = ٠$ ، $س = -١$

$\therefore م.ح = \{٦ ، -١\}$

(١) $س^٢ - ٥س = ٠ \Leftarrow س(س - ٥) = ٠$

$س = ٠$ | $س = ٥$

$م.ح = \{٠ ، ٥\}$

(٣) $س^٢ - ٦س + ٩ = ٠ \Leftarrow (س - ٣)(س - ٣) = ٠ \Leftarrow (س - ٣)^٢ = ٠$

$\Leftarrow س - ٣ = ٠ \Leftarrow س = ٣$ $\therefore م.ح = \{٣\}$

(٤) $٣س^٢ - ١٧س - ٦ = ٠$ "تحلل بالمقص"

$(٣س + ١)(س - ٦) = ٠$

إما $٣س + ١ = ٠ \Leftarrow ٣س = -١$ ، $س = \frac{-١}{٣}$ | أو $س - ٦ = ٠ \Leftarrow س = ٦$

$\therefore م.ح = \{ \frac{-١}{٣} ، ٦ \}$

(٥) $س^٢ - ٩ = ٠$ "فرق بين مربعين"

$(س - ٣)(س + ٣) = ٠ \Leftarrow س = ٣$ أو $س = -٣$

$\therefore م.ح = \{ ٣ ، -٣ \}$

(٦) $٥س^٢ + ٢س - ٤ = ٠$ "تحلل بالقانون العام"

$س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^٢ - ٤ أ جـ}}{٢ أ}$ حيث أ معامل $س^٢$ ، ب معامل س ، جـ الحد المطلق

لابد أن تكون المعادلة فى الصورة $أس^٢ + ب س + جـ = ٠$

أ = ٥ ، ب = ٢ ، جـ = -٤

$\therefore س = \frac{-٢ \pm \sqrt{٤ - ٤ \times ٥ \times -٤}}{٢ \times ٥} = \frac{-٢ \pm \sqrt{٤ + ٨٠}}{١٠} = \frac{-٢ \pm \sqrt{٨٤}}{١٠}$

$\sqrt{٨٤} = ٢\sqrt{٢١}$

$س = \frac{-٢ \pm ٢\sqrt{٢١}}{١٠} = \frac{٢(-١ \pm \sqrt{٢١})}{١٠} = \frac{-١ \pm \sqrt{٢١}}{٥}$

$\therefore م.ح = \{ \frac{-١ + \sqrt{٢١}}{٥} ، \frac{-١ - \sqrt{٢١}}{٥} \}$.

---

(٧) $س + \frac{٥}{س} = ٤$ × س $\Leftarrow س^٢ + ٥ = ٤س \Leftarrow س^٢ - ٤س + ٥ = ٠$

أ = ١ ، ب = -٤ ، جـ = ٥

$س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^٢ - ٤ أ جـ}}{٢ أ} = \frac{٤ \pm \sqrt{١٦ - ٤ \times ١ \times ٥}}{٢ \times ١} = \frac{٤ \pm \sqrt{١٦ - ٢٠}}{٢}$

$س = \frac{٤ \pm \sqrt{-٤}}{٢}$

$\because \sqrt{-٤} \notin ح$ $\therefore$ لا يوجد حل للمعادلة فى ح

$\therefore م.ح = \phi$

* تدريب * أوجد مجموعة حل كل من المعادلات الآتية :-

(1) $س^2 + 3س = 0$

(2) $س^2 - 4س + 3 = 0$

(3) $س^2 + 4س + 4 = 0$

(4) $5س^2 - 14س + 8 = 0$

(5) $س^2 - 1 = 0$

(6) $س^2 + 2س - 5 = 0$

مثال ② :- أطلقت قذيفة رأسيًا لأعلى بسرعة ع تساوي 19.6 م/ث . احسب الفترة الزمنية ن بالثانية التي تستغرقها حتى تصل إلى ارتفاع ف مترًا حيث ف تساوي 14.7 م علمًا بأن العلاقة بين ف ، ع ، ن هي $ف = ع ن - 4.9 ن^2$

الحل :-

$\because ف = ع ن - 4.9 ن^2$ ، $ف = 14.7$ م ، $ع = 19.6$ م/ث

$\Leftarrow 14.7 = 19.6 ن - 4.9 ن^2$ $(\div 4.9)$ $\Leftarrow 3 = 4ن - ن^2$

$\Leftarrow ن^2 - 4ن + 3 = 0 \Leftarrow (ن - 3)(ن - 1) = 0$

$ن = 3$ | $ن = 1$

أي أن :- القذيفة تصل إلى ارتفاع 14.7 م بعد 1 ث ثم تستمر في الحركة لأعلى حتى تصل إلى أقصى ارتفاع ثم تتحرك لأسفل وتعود لنفس الارتفاع بعد 3 ث .

ثانيًا : حل معادلة الدرجة الثانية بيانيًا :-

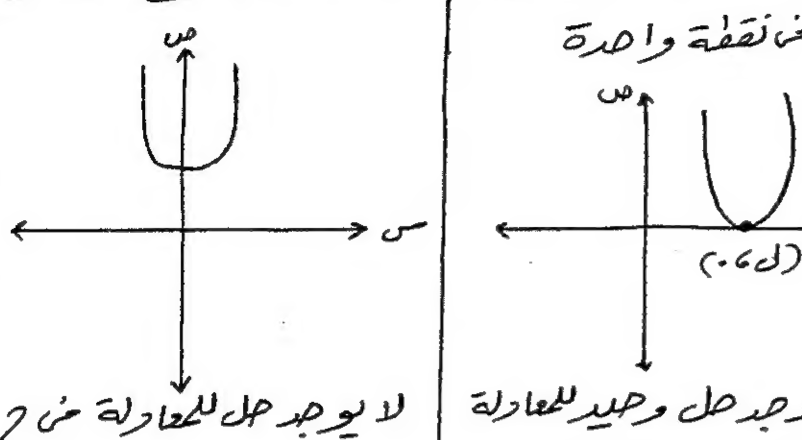
لحل المعادلة $أس^2 + ب س + جـ = 0$ بيانيًا نرسم منحنى الدالة $د(س) = أس^2 + ب س + جـ$ ثم نعين مجموعة الاحداثيات السينية لنقط تقاطع المنحنى مع محور السينات فتكون هي مجموعة الحل .

⊛ وتوجد ثلاث حالات :-

(١) المنحنى يقطع محور السينات في نقطتين

(٢) المنحنى يمس محور السينات في نقطة واحدة

(٣) المنحنى لا يقطع محور السينات



(١) يوجد حلان للمعادلة في ح ∴ م.ح = {ل ، م} ⊂ ح

(٢) يوجد حل وحيد للمعادلة م.ح = {ل} ⊂ ح

(٣) لا يوجد حل للمعادلة في ح م.ح = ϕ

مثال ④ :- حل المعادلة س^2 + ٢س − ٣ = ٠ بيانياً في الفترة [−٤ ، ٢] ثم تحقق من صحة الحل جبرياً.

الحل :- نرسم منحنى الدالة د(س) = س^2 + ٢س − ٣

س	−٤	−٣	−٢	−١	٠	١	٢
د(س)	٥	٠	−٣	−٤	−٣	٠	٥

ومن الرسم نجد أن م.ح = {١ ، −٣} ⊂ ح

⇐ التحقق من صحة الحل جبرياً :-

س^2 + ٢س − ٣ = ٠ ⇐ (س − ١)(س + ٣) = ٠

س = ١ | س = −٣

∴ م.ح = {١ ، −٣} ⊂ ح

المجال = ح

المدى = [−٤ ، ∞[

⊛ ويمكن التحقق من صحة الحل أيضاً بالتعويض بمجموعة الحل في المعادلة فنجد أنها تحققها.

"ملحوظة هامة" :- في حالة عدم إعطائك فترة للتمثيل يمكننا الحل بإيجاد نقطة رأس المنحنى وهي $(\frac{-ب}{٢أ} ، د(\frac{-ب}{٢أ}))$ ثم نوجد عدة نقاط على يمينها ويسارها

تمارين على "حل معادلة الدرجة الثانية في مجهول واحد"

1 اختر الإجابة الصحيحة :-

① المعادلة (س - ١)(س + ٢) = ٠ من الدرجة ..... [الأولى ، الثانية ، الثالثة ، الرابعة]

② جذرا المعادلة ٢س² - ٥س - ٣ = ٠ هما ..... [٢، ½ ، -٢، ½ ، ٣، -½ ، -٣، -½]

③ مجموعة حل المعادلة س² + ٣ = ٠ في ح هي ..... [{-٣} ، {-√٣} ، {√٣} ، ∅]

④ إذا كان س = ٣ جذراً للمعادلة س² + م س = ٣ فإن م = ... [-١ ، -٢ ، ٢ ، ١]

⑤ مجموعة حل المعادلة س² = س هي ..... [{٠} ، {١} ، {-١، ٠} ، {٠، ١}]

⑥ إذا قطع منحنى الدالة التربيعية محور السينات في نقطتين فإن عدد حلول المعادلة هو ..... [صفر ، ١ ، ٢ ، عدد لا نهائي]

---

2 أوجد مجموعة حل كل من المعادلات الآتية :-

(١) س² - ٥س + ٦ = ٠ (٣) (س - ٤)² = ٠ (٥) س(س + ١)(س - ١) = ٠

(٢) س² + ٣س = ٠ (٤) س² + ٩ = ٠ (٦) س² - ٢س + ١ = ٠

3 حل كل من المعادلات الآتية في ح باستخدام القانون العام :-

(١) س² - ٦س + ٧ = ٠ (٣) س² + ٦س + ٨ = ٠ (٥) ٥س² - ٣س - ١ = ٠

(٢) ٢س² + ٣س - ٤ = ٠ (٤) ٣س² - ٦٥ = ٠ (٦) ٣س² - ٦س - ٤ = ٠

4 أوجد مجموعة حل المعادلة س² - ٢س - ٤ = ٠ بيانياً في الفترة [-٢ ، ٤]

5 أوجد قيمة كل من أ ، ب إذا كان ٥ ، -٣ هما جذرا المعادلة س² + أس + ب = ٠

(٢) " مقدمة عن الأعداد المركبة "

تمهيد :- سبق أن درسنا نظام الأعداد الصحيحة (ص) ونظام الأعداد الطبيعية (ط) ونظام الأعداد النسبية (ن) ونظام الأعداد الحقيقية (ح)

وعلمنا أن أي نظام نشأ كتوسيع للنظام الذي يسبقه لحل معادلات جديدة لم تكن قابلة للحل من النظام السابق.

مثلاً المعادلة $س^{2} + ١ = ٠ \Leftarrow س^{2} = -١$ (ليس لها حل في ح)

لذا كان التفكير في نظام جديد للأعداد يمكن حل هذا النوع من المعادلات ويكون توسيع لنظام الأعداد الحقيقية (ح).

العدد التخيلي (ت) :-

لحل المعادلة السابقة سنفترض عدداً $\notin$ ح يحقق المعادلة $س^{2} = -١$ وسنرمز لهذا العدد بالرمز (ت) أي أن " العدد التخيلي ت هو العدد الذي مربعه $= -١$ "

وبالتالي $ت^{2} = -١$

وعلى هذا فإنه يمكن حل المعادلة $س^{2} = -١$ كالتالي :-

$\because س^{2} = -١ \Leftarrow س^{2} = ت^{2} \Leftarrow س = \pm\sqrt{ت^{2}} = \pm ت$

$\therefore$ م.ح $= \{ت ، -ت\}$ ، $ت^{2} = -١$ حيث $ت \notin ح$

وبذلك نوجد مجموعة جديدة من الأعداد تسمى مجموعة الأعداد التخيلية .

مثال ① أوجد مجموعة حل المعادلة $س^{2} + ١٦ = ٠$

$\because س^{2} + ١٦ = ٠ \Leftarrow س^{2} = -١٦ \Leftarrow س^{2} = ١٦ \times -١ \Leftarrow س^{2} = ١٦ ت^{2}$

$\therefore س = \pm\sqrt{١٦ ت^{2}} = \pm ٤ ت$

$\therefore$ م.ح $= \{٤ت ، -٤ت\}$

*** قوى ت الصحيحة :-**

∵ $ت^{2} = -1$ ⇐ $ت^{3} = ت^{2} \times ت = -1 \times ت = -ت$

⇐ $ت^{4} = ت^{2} \times ت^{2} = -1 \times -1 = 1$

⇐ $ت^{5} = ت^{4} \times ت = 1 \times ت = ت$

⇐ $ت^{6} = ت^{4} \times ت^{2} = 1 \times -1 = -1$ وهكذا ....

• نلاحظ أن :-

* القوى الصحيحة للعدد ت تعطي إحدى القيم ت ، -1 ، -ت ، 1

* قيم ت تتكرر بصفة دورية كلما زاد الأس بمقدار ٤

"بوجه عام" :-

$ت^{4ن} = 1$ ، $ت^{4ن+1} = ت$ ، $ت^{4ن+2} = -1$ ، $ت^{4ن+3} = -ت$

مثال ② :- اكتب في أبسط صورة :-

$ت^{7}$ ، $ت^{8}$ ، $ت^{13}$ ، $ت^{42}$ ، $ت^{-5}$ ، $ت^{-19}$ ، $ت^{4ن+5}$

الحل :-

* $ت^{7} = ت^{4\times1+3} = ت^{3} = -ت$

* $ت^{8} = ت^{4\times2+0} = ت^{0} = 1$

* $ت^{13} = ت^{4\times3+1} = ت^{1} = ت$.

* $ت^{42} = ت^{4\times10+2} = ت^{2} = -1$

* $ت^{-5} = \frac{1}{ت^{5}} = \frac{1}{ت^{4\times1+1}} = \frac{1}{ت}$ (بالضرب $\times \frac{ت}{ت}$) ⇐ $\frac{1}{ت} \times \frac{ت}{ت} = \frac{ت}{ت^{2}} = \frac{ت}{-1} = -ت$

* $ت^{-19} = \frac{1}{ت^{19}} = \frac{1}{ت^{4\times4+3}} = \frac{1}{ت^{3}} = \frac{1}{-ت} \times \frac{-ت}{-ت} = \frac{-ت}{ت^{2}} = \frac{-ت}{(-1)} = ت$

* $ت^{4ن+5} = ت^{5} = ت^{4} \times ت = 1 \times ت = ت$.

* خلاصة الكلام * لإيجاد $ت^{ن}$ حيث $ن \in ص$ نقسم ن على ٤

فيكون $ت^{ن}$ = أحدى القيم كما بالجدول .

باقي القسمة	٠	١	٢	٣
القيمة	١	ت	-١	-ت

---

* تدريب * اقتصر أبسط صورة :-

* * $ت^{٩}$ ، $ت^{-١}$ ، $ت^{١٩}$ ، $ت^{٤٨}$ ، $ت^{-١٠}$ ، $ت^{-٤}$ ، $ت^{٤ن+١١}$

العدد المركب :-

لإيجاد حل المعادلة $س^{٢} - ٨س + ٢٥ = ٠$. بالقانون العام نجد أن :-

$$س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^{٢} - ٤أجـ}}{٢أ} = \frac{٨ \pm \sqrt{٦٤ - ٤ \times ١ \times ٢٥}}{٢ \times ١} = \frac{٨ \pm \sqrt{-٣٦}}{٢} = \frac{٨ \pm \sqrt{٣٦ت^{٢}}}{٢}$$

$$س = \frac{٨ \pm ٦ت}{٢} = \frac{٢(٤ \pm ٣ت)}{٢} = ٤ \pm ٣ت$$

أي أن :- المعادلة لها جذران هما ٤+٣ت ، ٤-٣ت ولكنها لا ينتميان إلى مجموعة الأعداد الحقيقية ⟸ يسمى كل من ٤+٣ت ، ٤-٣ت "عدداً مركباً"

أي أن :- العدد المركب هو العدد الذي يمكن وضعه على الصورة **ع = أ + ب ت**

ويسمى أ بالجزء الحقيقي ، ب بالجزء التخيلي .

أمثلة لأعداد مركبة :- ٢-ت ، ٧+١٢ت ، ٥ت-٤ ، $\sqrt{٢} + \sqrt{٥}$ت ، -٤ت

"ملاحظات" :-

(١) إذا كان ع = أ + ب ت وكان ب = ٠ فإن ع = أ ويكون ع "حقيقياً صرف" .

(٢) إذا كان ع = أ + ب ت وكان أ = ٠ فإن ع = ب ت ويكون ع "تخيلياً صرف" .

(٣) أي عدد حقيقي هو عدد مركب جزءه التخيلي = صفر .

(٤) أي عدد تخيلي هو عدد مركب جزءه الحقيقي = صفر .

تساوي عددين مركبين :-

يتساوى العددين المركبين إذا وفقط إذا تساوى الجزءان الحقيقيان وتساوى الجزءان التخيليان .

أي أنه :- إذا كان $P + ب ت = جـ + ء ت$ فإن $P = جـ$ ، $ب = ء$

الجزء الحقيقي = الجزء الحقيقي ، الجزء التخيلي = الجزء التخيلي " والعكس صحيح "

← "خاصية" إذا كان $P + ب ت = ٠$ ⇐ $P = صفر$ ، $ب = صفر$ (مهمة)

مثال ② :- أوجد قيمتي س ، ص إذا كان :-

(١) $س - ٣ص + (٢س + ص) ت = ٦ + ٥ ت$

(٢) $س + ت ص + ٤ - ٥ ت = ٠$

الحل :-

(١) ∵ العددان المركبان متساويان ⇐ الحقيقي = الحقيقي ، التخيلي = التخيلي

⇐ $س - ٣ص = ٦$ ، $س - ٣ص = ٦$

، $٢س + ص = ٥$ (×٣) ⇐ $٦س + ٣ص = ١٥$

$٧س = ٢١$ $\overset{(÷٧)}{⇐}$ $\boxed{س = ٣}$

بالتعويض في المعادلة الأولى عن $س = ٣$ ⇐ $٣ - ٣ص = ٦$ ⇐ $-٣ص = ٣$

$\overset{(÷ -٣)}{⇐}$ $\boxed{ص = -١}$

(٢) ∵ العدد المركب = صفر ⇐ الحقيقي = صفر ، التخيلي = صفر

⇐ $س + ت ص + ٤ - ٥ ت = ٠$ ⇐ $(س + ٤) + (ص - ٥) ت = صفر$

∴ $س + ٤ = ٠$ ⇐ $\boxed{س = -٤}$ ، $ص - ٥ = ٠$ ⇐ $\boxed{ص = ٥}$

---

* تدريب * أوجد قيمتي س، ص إذا كان :-

(١) $(\text{٤س} - \text{ص}) + (\text{٢س} + \text{ص})\text{ت} = ٥ + ٧\text{ت}$

(٢) $\text{٢س} + \text{ت ص} + ٦ - ٥\text{ت} + \text{ت س} = ٠$

العمليات على الأعداد المركبة :-

- يمكن استخدام خواص الإبدال والدمج والتوزيع عند جمع أو ضرب الأعداد المركبة .
- عند جمع أو طرح عددين مركبين نجمع أو نطرح الجزأين الحقيقيين معًا والجزأين التخيليين معًا .

مثال ④ :- أوجد ناتج ما يأتي في أبسط صورة :-

(١) $(٣ + ٧\text{ت}) + (٥ - ٩\text{ت})$

(٢) $(٢ - ٤\text{ت}) - (٥ - \text{ت})$

(٣) $(٤ + ٣\text{ت})(٢ - ٥\text{ت})$

(٤) $(٣ + ٢\text{ت})^{٢}$

(٥) $(٤ + ٣\text{ت})(٤ - ٣\text{ت})$

(٦) $(١ - \text{ت})^{٤}$

(٧) $(١ - \text{ت})^{٨}$

الحل :-

(١) $(٣ + ٧\text{ت}) + (٥ - ٩\text{ت}) = ٨ - ٢\text{ت}$

(٢) $(٢ - ٤\text{ت}) - (٥ - \text{ت}) = -٣ - ٣\text{ت}$

(٣) $(٤ + ٣\text{ت})(٢ - ٥\text{ت}) = ٨ + ٦\text{ت} - ٢٠\text{ت} - ١٥\text{ت}^{٢}$ ∵ $\text{ت}^{٢} = -١$

$= ٨ - ١٤\text{ت} + ١٥ = ٢٣ - ١٤\text{ت}$.

(٤) $(٣ + ٢\text{ت})^{٢} = ٩ + ٢ \times ٣ \times ٢\text{ت} + ٤\text{ت}^{٢}$

$= ٩ + ١٢\text{ت} - ٤ = ٥ + ١٢\text{ت}$.

(٥) $(٤ + ٣\text{ت})(٤ - ٣\text{ت}) = ١٦ - ٩\text{ت}^{٢} = ١٦ + ٩$

$= ٢٥$.

" خذ بالك "

* $(\text{أ} + \text{ب})^{٢} = \text{أ}^{٢} + ٢\text{أب} + \text{ب}^{٢}$
* $(\text{أ} - \text{ب})(\text{أ} + \text{ب}) = \text{أ}^{٢} - \text{ب}^{٢}$

« فرق بين مربعين »

(٦) $(1-ت)^4 = ((1-ت)^2)^2 = (1-2ت+ت^2)^2 = (1-2ت-1)^2 = (-2ت)^2$
$= 4ت^2 = -4$.

(٧) $(1+ت)^8 = ((1+ت)^2)^4 = (1+2ت+ت^2)^4 = (2ت)^4 = 16ت^4 = 16$

---

* تدريب * أوجد ناتج ما يأتي في أبسط صورة :-

(١) $(-5+ت) + (2-4ت)$ (٤) $(2ت+5)(5-2ت)$

(٢) $(1-7ت)(-3+2ت)$ (٥) $(1+ت)^4$

(٣) $(3-2ت)^2$ (٦) $(2+ت)^6$

مثال ⑤ :- أوجد س ، ص ∈ ح اللتين تحققان المعادلة

$7ت = (س+3ت)(ص-ت) - 9$

الحل :- ∵ $7ت = (س+3ت)(ص-ت) - 9$

∴ $7ت = س ص + 3ص ت - س ت - 3ت^2 - 9$ ∵ $ت^2 = -1$

∴ $7ت = س ص + 3ص ت - س ت + 3 - 9$

∴ $7ت = (س ص + 3 - 9) + (3ص - س) ت$

عددان مركبان متساويان ⇐ الحقيقي = الحقيقي ، التخيلي = التخيلي

∴ $س ص + 3 - 9 = 0$ ⇐ $س ص - 6 = 0$ ⟵ ①

∴ $3ص - س = 7$ ⇐ $س = 3ص - 7$ ⟵ ②

بالتعويض من ② في ① ⇐ $(3ص-7)ص - 6 = 0$ ⇐ $3ص^2 - 7ص - 6 = 0$

$(3ص+2)(ص-3) = 0$

$3ص + 2 = 0$ ⇐ $ص = \frac{-2}{3}$ ، في ② ⇐ $س = -9$

$ص - 3 = 0$ ⇐ $ص = 3$ ، في ② ⇐ $س = 2$

تدريب أوجد س ، ص في ح اللتين تحققان المعادلة :-

$8ت = (س + ٢ت)(ص + ٢ت) + ١$

"الأعداد المترافقان" :-

العددان $أ + ب ت$ ، $أ - ب ت$ يسميان عددان مترافقان

لاحظ أن :- العدد المركب ومرافقه لا يختلفان إلا في إشارة الجزء التخيلي منهما

مثال :- العدد $٣ + ٢ت$ مرافقه $٣ - ٢ت$

العدد $٥ - ت$ مرافقه $٥ + ت$

العدد $٤ت$ مرافقه $-٤ت$ "لاحظ أن الجزء الحقيقي = صفر"

⊛ بعض خواص العددان المترافقان :-

(١) مجموع العددين المترافقين هو عدد حقيقي حيث $(أ + ب ت) + (أ - ب ت) = ٢أ \in ح$

مثال $(٢ + ٣ت) + (٢ - ٣ت) = ٤$

(٢) حاصل ضرب العددين المترافقين هو عدد حقيقي حيث $(أ + ب ت)(أ - ب ت) = أ^٢ + ب^٢ \in ح$

مثال $(٢ + ٣ت)(٢ - ٣ت) = ٤ + ٩ = ١٣$

(٣) يمكن إجراء عملية قسمة عدد مركب على آخر مركب بضرب كل منهما في العدد المرافق للمقام لجعل المقام عدداً حقيقياً .

مثال :- ضع العدد $\frac{١٠}{٣ + ت}$ على الصورة $أ + ب ت$

الحل :- بالضرب بسطاً ومقاماً في $٣ - ت$

$$\frac{١٠}{٣ + ت} = \frac{١٠}{٣ + ت} \times \frac{٣ - ت}{٣ - ت} = \frac{١٠(٣ - ت)}{(٣ + ت)(٣ - ت)} = \frac{١٠(٣ - ت)}{٩ + ١} = ٣ - ت$$

تدريب ضع العدد $\frac{٥ت}{٢ - ت}$ في الصورة $أ + ب ت$.

مثال ⑥ :- اختصر لأبسط صورة :-

(١) $\frac{٣+٢ت}{٢-٥ت}$ ، (٢) $\frac{(٢+ت)(١-ت)}{(٣-٢ت)(١+ت)}$

الحل :-

(١) بالضرب لبسطاً ومقاماً في ٢+٥ت ⇐ $\frac{٣+٢ت}{٢-٥ت} = \frac{٣+٢ت}{٢-٥ت} \times \frac{٢+٥ت}{٢+٥ت}$

$= \frac{(٣+٢ت)(٢+٥ت)}{(٢-٥ت)(٢+٥ت)} = \frac{٦+٤ت+١٥ت+١٠ت^٢}{٤+٢٥} = \frac{٦+١٩ت-١٠}{٢٩} = \frac{-٤+١٩ت}{٢٩}$

$= \frac{-٤}{٢٩} + \frac{١٩}{٢٩}ت$ #

(٢) $\frac{(٢+ت)(١-ت)}{(٣-٢ت)(١+ت)} = \frac{٢-٢ت+ت-ت^٢}{٣+٣ت-٢ت-٢ت^٢} = \frac{٢-ت+١}{٣+ت+٢} = \frac{٣-ت}{٥+ت}$

⇐ $\frac{٣-ت}{٥+ت} = \frac{٣-ت}{٥+ت} \times \frac{٥-ت}{٥-ت} = \frac{١٥-٥ت-٣ت+ت^٢}{٢٥+١} = \frac{١٥-٨ت-١}{٢٦}$

$= \frac{١٤-٨ت}{٢٦} = \frac{١٤}{٢٦} - \frac{٨}{٢٦}ت = \frac{٧}{١٣} - \frac{٤}{١٣}ت$.

---

* تدريب * اختصر لأبسط صورة :-

(١) $\frac{٤-٦ت}{٢ت}$ ، (٢) $\frac{٢٦}{٣-٢ت}$ ، (٣) $\frac{(٢+ت)(٣+ت)}{(٢-ت)(٣-ت)}$

مثال ⑦ :- إذا كان س = $\frac{١٣}{٥-ت}$ ، ص = $\frac{٣+٢ت}{١+ت}$. اثبت أن س ، ص مترافقان ثم أوجد قيمة المقدار س² + س ص + ص²

الحل :-

س = $\frac{١٣}{٥-ت} \times \frac{٥+ت}{٥+ت} = \frac{١٣(٥+ت)}{٢٥+١} = \frac{١٣(٥+ت)}{٢٦} = \frac{٥+ت}{٢} = \frac{٥}{٢} + \frac{١}{٢}ت$ ①

ص = $\frac{٣+٢ت}{١+ت} \times \frac{١-ت}{١-ت} = \frac{٣-٣ت+٢ت-٢ت^٢}{١+١} = \frac{٣-ت+٢}{٢} = \frac{٥-ت}{٢} = \frac{٥}{٢} - \frac{١}{٢}ت$ ②

من ① ، ② ينتج أن س ، ص مترافقان #

قيمة المقدار $س^{٢} + س ص + ص^{٢} = (\frac{٥}{٢} + \frac{١}{٢}ت)^{٢} + (\frac{٥}{٢} + \frac{١}{٢}ت)(\frac{٥}{٢} - \frac{١}{٢}ت) + (\frac{٥}{٢} - \frac{١}{٢}ت)^{٢}$

$= \frac{٢٥}{٤} + \frac{٥}{٢}ت + \frac{١}{٤}ت^{٢} + \frac{٢٥}{٤} + \frac{١}{٤} + \frac{٢٥}{٤} - \frac{٥}{٢}ت + \frac{١}{٤}ت^{٢}$

$= \frac{٢٥}{٤} - \frac{١}{٤} + \frac{٢٥}{٤} + \frac{١}{٤} + \frac{٢٥}{٤} - \frac{١}{٤} = \boxed{\frac{٣٧}{٢}}$ #

تمارين على " مقدمة عن الأعداد المركبة "

[١] اختر الإجابة الصحيحة :-

① $ت^{٦}$ = ... [١ ، -١ ، ت ، -ت]

② مجموعة حل المعادلة $س^{٢} + ٩ = ٠$ في ك هي .... [{٣ت} ، {-٣ت} ، ∅ ، {٣ت ، -٣ت}]

③ (٣ + ٥ت) + (٤ - ت) = ... [١٧ ، ٧ + ٤ت ، ١٧ + ١٧ت ، ١٢ - ٥ت]

④ (٣ + ٥ت)(٤ - ت) = ... [١٧ ، ٧ + ٤ت ، ١٧ + ١٧ت ، ١٢ - ٥ت]

⑤ المعكوس الضربي للعدد ٣ + ٢ت هو.... [٣ - ٢ت ، $\frac{٣}{١٢} - \frac{٢}{١٢}ت$ ، $\frac{١}{٣ - ٢ت}$ ، $\frac{٣}{٥} - \frac{٢}{٥}ت$]

⑥ إذا كان ن ∈ ص فإن $ت^{٨ن+٧}$ = ... [١ ، -١ ، ت ، -ت]

⑦ مرافق العدد ٣ + ٢ت هو..... [٣ - ٢ت ، $\frac{٣}{١٢} - \frac{٢}{١٢}ت$ ، $\frac{١}{٣ - ٢ت}$ ، $\frac{٣}{٥} - \frac{٢}{٥}ت$]

⑧ حاصل ضرب عددين مترافقين يمكن أن يساوي... [٩ - ٤ت ، ٥ت ، ١٣ ، ١ + ت]

⑨ إذا كان ٣س + ٢ت ص - ٦ + ٤ت س = ٠

فإن (س ، ص) = ... [(٣ ، ٢) ، (٢ ، ٢) ، (٢ ، ٤) ، (٢ ، -٤)]

---

[٢] ضع في أبسط صورة كل مما يأتي :-

$ت^{٢٤}$ ، $ت^{٤٣}$ ، $ت^{-٤٣}$ ، $ت^{-٤٥}$ ، $\frac{١}{ت^{١٥}}$ ، $ت^{٤ن+٢}$

$ت^{٤ن+١٩}$ ، $ت^{٤ن+٤٢}$ ، $ت^{٤ن-١}$.

[٣] أوجد قيمة $٣ + ٣ت^{٦} + ٣ت^{-١} + ٣ت^{-٣} + ٣ت^{-٤}$ في أبسط صورة .

④ أوجد ناتج ما يأتي في أبسط صورة :-

(١) $(٣ + ٥ت) + (١ - ٤ت)$
(٢) $(٣ + ٥ت) - (١ + ٥ت)$
(٣) $(٣ + ٥ت)(٣ - ٢ت)$
(٤) $(٤ - ٣ت)(٤ + ٣ت)$
(٥) $(٢ - ٥ت)^{٢}$
(٦) $(١ - ت)^{١٠}$

⑤ أوجد مجموعة حل المعادلات الآتية :-

(١) $٣س^{٢} + ١٢ = ٠$
(٢) $٤ص^{٢} + ٢٠ = ٠$
(٣) $\frac{٣}{٥}ص^{٢} + ١٥ = ٠$
(٤) $٩س^{٢} + ١٢٥ = ٦١$
(٥) $٤س^{٢} + ١- = ٧٥$
(٦) $س^{٢} - ٦س + ١٣ = ٠$

⑥ أوجد قيمتي س ، ص الحقيقيتين اللتين تحققان كل من المعادلات الآتية :-

(١) $(٢س + ١) + ٤ص ت = ٥ - ١٢ت$
(٢) $(٢س - ٣) + (٣ص - ١) ت = ٧ + ١٠ت$
(٣) $(٢س - ص) + (س - ٢ص) ت = ٥ + ت$

⑦ ضع كلاً مما يأتي في أبسط صورة :-

(١) $\frac{٤ + ت}{ت}$
(٢) $\frac{٢}{١ + ت}$
(٣) $\frac{٢٦}{٣ - ٢ت}$
(٤) $\frac{٣ - ت}{٢ - ت}$
(٥) $\frac{٢ - ٣ت}{٣ + ت}$
(٦) $\frac{٣ + ٤ت}{٥ - ٢ت}$
(٧) $\frac{(٣ + ت)(٣ - ت)}{(٣ - ٤ت)}$

⑧ إذا كان $ل = \frac{٢ + ت}{١ + ت}$ ، $م = \frac{١ + ٢ت}{١ + ت}$ اثبت أن ل ، م مترافقان

ثم احسب قيمة :- $\frac{١٥(ل^{٢} + م^{٢})}{٨ ل م (ل + م)}$.

⑨ اثبت أن

(١) $(\sqrt{٣} + ت)^{١٢} + (\sqrt{٣} - ت)^{١٢} = ٢^{١٣}$.
(٢) $(\sqrt{٣} + ت)^{١٢}(\sqrt{٣} - ت)^{١٢} = ٢^{٢٤}$.

(٣) "تحديد نوع جذري المعادلة التربيعية"

المميز :-

* جذرا المعادلة التربيعية $أ س^2 + ب س + جـ = ٠$ حيث $أ ، ب ، جـ \in ح ، أ \neq ٠$

هما $\frac{-ب + \sqrt{ب^2 - ٤ أ جـ}}{٢ أ}$ ، $\frac{-ب - \sqrt{ب^2 - ٤ أ جـ}}{٢ أ}$ وكلاهما يحتوي على المقدار $\sqrt{ب^2 - ٤ أ جـ}$

* يسمى المقدار $ب^2 - ٤ أ جـ$ "مميز المعادلة التربيعية" ويستخدم لتحديد نوع جذري المعادلة التربيعية حسب الحالات الآتية :-

(١) إذا كان المميز موجباً أي أن " $ب^2 - ٤ أ جـ > ٠$ "

فإن للمعادلة جذران حقيقيان مختلفان

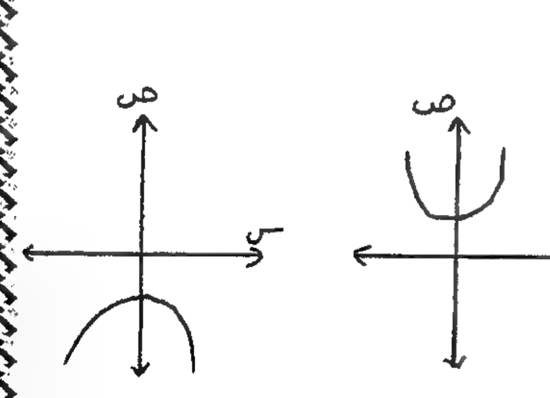
ومنحنى الدالة $د(س) = أ س^2 + ب س + جـ$ يقطع محور السينات في نقطتين إحداثياهما السينيين هما جذرا المعادلة

(٢) إذا كان المميز = صفر أي أن " $ب^2 - ٤ أ جـ = ٠$ "

فإن للمعادلة جذران حقيقيان متساويان

ومنحنى الدالة $د(س) = أ س^2 + ب س + جـ$ يمس محور السينات في نقطة واحدة إحداثيها السيني هو جذر المعادلة وهذه النقطة هي $(\frac{-ب}{٢ أ} ، ٠)$ ويكون الجذر هو $\frac{-ب}{٢ أ}$.

(٣) إذا كان المميز سالباً أي أن " $ب^2 - ٤ أ جـ < ٠$ "



فإن للمعادلة جذران مركبان "غير حقيقيان" وهما عددان مترافقان دائماً .

ومنحنى الدالة $د(س) = أ س^2 + ب س + جـ$ لا يشترك مع محور السينات في أي نقطة (لا يقطعه ولا يمسه)

مثال ①: عين نوع جذري كل من المعادلات الآتية دون حلها

(١) $٣س^٢ + ٤س - ٦ = ٠$ ‏ ‏ (٣) $٤س^٢ + ١٢س + ٩ = ٠$

(٢) $س^٢ + ٥س - ٣ = ٠$ ‏ ‏ (٤) $٢٥س^٢ + س + ١ = ٠$

الحل :-

(١) ∵ $٣س^٢ + ٤س - ٦ = ٠$ ‏ | $أ = ٣$، $ب = ٤$، $جـ = -٦$

المميز $= ب^٢ - ٤أجـ = ١٦ - ٤ × ٣ × -٦ = ١٦ + ٧٢ = ٨٨ > ٠$

∴ الجذران حقيقيان مختلفان .

(٢) ∵ $س^٢ + ٥س - ٣ = ٠$ ‏ | $أ = ١$، $ب = ٥$، $جـ = -٣$

المميز $= ب^٢ - ٤أجـ = ٢٥ - ٤ × ١ × -٣ = ٢٥ + ١٢ = ٣٧ > ٠$

∴ الجذران حقيقيان مختلفان

(٣) ∵ $٤س^٢ + ١٢س + ٩ = ٠$ ‏ | $أ = ٤$، $ب = ١٢$، $جـ = ٩$

المميز $= ب^٢ - ٤أجـ = ١٤٤ - ٤ × ٤ × ٩ = ١٤٤ - ١٤٤ = ٠$

∴ الجذران حقيقيان متساويان

(٤) ∵ $٢٥س^٢ + س + ١ = ٠$ ‏ | $أ = ٢٥$، $ب = ١$، $جـ = ١$

المميز $= ب^٢ - ٤أجـ = ١ - ٤ × ٢٥ × ١ = ١ - ١٠٠ = -٩٩ < ٠$

∴ الجذران غير حقيقيان (مركبان)

---

* تدريب * عين نوع جذري كل من المعادلات الآتية :-

(١) $س^٢ - ٢س + ٥ = ٠$ ‏ ‏ (٤) $س(س - ٢) = ٦$

(٢) $س^٢ - ١٠س + ٢٥ = ٠$ ‏ ‏ (٥) $(س - ٣)^٢ - ٢س = ١$

(٣) $٣س^٢ + ١٠س = ٤$ ‏ ‏ (٦) $(س - ٢)(س + ٤) = ٣$

"ملاحظات"

(١) المعادلة $ا س^٢ + ب س + جـ = ٠$ يكون لها جذور حقيقية إذا كان $ب^٢ - ٤ ا جـ \geq ٠$

(٢) إذا كانت المعاملات ا ، ب ، جـ أعداد نسبية وكان $ب^٢ - ٤ ا جـ$ مربع كامل (لعدد) فإن الجذران يكونان حقيقيين نسبيين (مهمة).

(٣) إذا كان جـ = ٠ ⟸ $ا س^٢ + ب س = ٠$ ⟸ $س(ا س + ب) = ٠$

$س = ٠$ | $ا س + ب = ٠$ ، $س = \frac{-ب}{ا}$

(٤) إذا كان ب = ٠ ⟸ $ا س^٢ + جـ = ٠$

⟸ $ا س^٢ = -جـ$ ⟸ $س^٢ = \frac{-جـ}{ا}$ ⟸ $س = \pm\sqrt{\frac{-جـ}{ا}}$

مثال ② :- إذا كان جذرا المعادلة $٣ س^٢ + ٦ س + ل = ٠$ متساويان. أوجد ل

الحل :- ∵ الجذران متساويان ⟸ $ب^٢ - ٤ ا جـ = ٠$

⟸ $٣٦ - ٤ \times ٣ \times ل = ٠$ ⟸ $٣٦ - ١٢ ل = ٠$ ⟸ $١٢ ل = ٣٦$ ⟸(÷١٢) $ل = ٣$

مثال ③ :- إذا كان ا ، ب عددين نسبيين فأثبت أن جذري المعادلة

$ا س^٢ + (ا^٢ + ب^٢) س + ا ب^٢ = ٠$ نسبيان

الحل :- ∵ المعاملات أعداد نسبية ∴ يجب اثبات أن المميز مربع كامل.

| ا = ا ، ب = $ا^٢ + ب^٢$ ، جـ = $ا ب^٢$ |

∵ $ب^٢ - ٤ ا جـ = (ا^٢ + ب^٢)^٢ - ٤ \times ا \times ا ب^٢ =$

$= ا^٤ + ٢ ا^٢ ب^٢ + ب^٤ - ٤ ا^٢ ب^٢ = ٠$ ⟸ $ا^٤ - ٢ ا^٢ ب^٢ + ب^٤$

$= (ا^٢ - ب^٢)^٢$ "مربع كامل"

∵ المعاملات أعداد نسبية ، ∵ المميز مربع كامل

∴ الجذران نسبيان #

* تدريب * (١) إذا كان جذرا المعادلة $س^٢ + ٤س + ل = ٠$ متساويان، أوجد ل
(٢) إذا كان أ، ب أعداد نسبية فأثبت أن جذري المعادلة
$أس^٢ + (أ + ب)س + ب = ٠$ نسبيان.

مثال ③ اثبت أن جذري المعادلة $س^٢ - ٢س + ٥ = ٠$ مركبان وأوجدهما.

الحل :- ∵ $ب^٢ - ٤أجـ = ٤ - ٤ × ١ × ٥ = ٤ - ٢٠ = -١٦ < ٠$

∴ الجذران مركبان.

| أ = ١ ، ب = -٢ ، جـ = ٥ |

$س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^٢ - ٤أجـ}}{٢أ} = \frac{٢ \pm \sqrt{-١٦}}{٢ × ١} = \frac{٢ \pm \sqrt{١٦ت^٢}}{٢} = \frac{٢ \pm ٤ت}{٢}$

$= \frac{٢(١ \pm ٢ت)}{٢} = ١ \pm ٢ت$ ∴ جذرا المعادلة هما $١ + ٢ت$ ، $١ - ٢ت$

---

* تدريب * اثبت أن جذري المعادلة $س^٢ - ٣س + ١ = ٠$ مركبان وأوجدهما.

مثال ④ :- إذا كان جذرا المعادلة $س^٢ - لس + ٢ل - ٤س + ٥ = ٠$ متساويان فأوجد قيمة ل الحقيقية ثم أوجد الجذرين.

الحل :- ∵ $س^٢ - لس + ٢ل - ٤س + ٥ = ٠$ "نضع المعادلة في الصورة العامة"

$س^٢ - (ل + ٤)س + (٢ل + ٥) = ٠$

| أ = ١ ، ب = (ل + ٤) ، جـ = ٢ل + ٥ |

∵ الجذران متساويان ∴ $ب^٢ - ٤أجـ = ٠$

⇐ $(ل + ٤)^٢ - ٤ × ١ × (٢ل + ٥) = ٠$

⇐ $ل^٢ + ٨ل + ١٦ - ٨ل - ٢٠ = ٠$ ⇐ $ل^٢ - ٤ = ٠$ ⇐ $ل^٢ = ٤$

∴ **ل = ±٢**

⊛ عندل = ٢ ⇐ المعادلة هي $س^٢ - ٦س + ٩ = ٠$ (بالتحليل)

$(س - ٣)(س - ٣) = ٠$ ⇐ $س - ٣ = ٠$ ⇐ **س = ٣**

أي أنه عند ك = ٢ يكون الجذران متساويان وكل منهما = ٣ .

⊛ عند ك = -٢ ⇐ المعادلة هي $س^2 - ٢س + ١ = ٠$ (بالتحليل)

$(س - ١)(س - ١) = ٠ \Leftarrow س - ١ = ٠ \Leftarrow \boxed{س = ١}$

أي أنه عند ك = -٢ يكون الجذران متساويان وكل منهما = ١ .

---

* تدريب * أوجد قيم ك الحقيقية التي تجعل جذري المعادلة $٣س^2 - ٦س + ك = ٠$ متساويان . ثم أوجد هذين الجذرين .

مثال ⑤ :- أوجد قيم ك الحقيقية التي تحقق المعادلة $س^2 + ٢(ك - ١)س + ك^2 = ٠$ لها جذران حقيقيان (لها حل في ح) .

الحل :- ∵ المعادلة لها جذران حقيقيان

أ = ١	ب = ٢(ك - ١)	جـ = $ك^2$

∴ $ب^2 - ٤أجـ \geq ٠ \Leftarrow ٤(ك - ١)^2 - ٤ \times ١ \times ك^2 \geq ٠$

$٤(ك^2 - ٢ك + ١) - ٤ك^2 \geq ٠ \Leftarrow ٤ك^2 - ٨ك + ٤ - ٤ك^2 \geq ٠$

$-٨ك + ٤ \geq ٠ \Leftarrow -٨ك \geq -٤ \xLeftarrow{(\div -٨)} ك \leq \frac{١}{٢}$

∴ المعادلة لها جذران حقيقيان إذا كان ك ∈ $]-\infty ، \frac{١}{٢}]$

⊛ تدريب * ① أوجد قيم ك التي تجعل للمعادلة $س^2 + ٤س + ك = ٠$ جذرين حقيقيين مختلفين

② أوجد قيم م التي تجعل للمعادلة $س^2 - (٢م - ١)س + م^2 = ٠$ ليس لها جذور حقيقية (ليس لها حل في ح) .

تمارين على "تحديد نوع جذري المعادلة التربيعية"

[1] اختر الإجابة الصحيحة :-

① إذا كان جذرا المعادلة التربيعية أ س² + ب س + جـ = ٠ غير حقيقيين فإن ب² - ٤ أ جـ ....

أ) < ٠ ب) > ٠ جـ) = ٠ د) = ١

② إذا كان جذرا المعادلة ٢ س² + ٤ س + ك = ٠ متساويين فإن ك = ...

أ) -٢ ب) ٢ جـ) -½ د) ½

③ إذا كان جذرا المعادلة س² = ٢ س - ك حقيقيين مختلفين فإن ك ∈ .....

أ)]-∞ ، ١[ب)]-∞ ، ١] جـ) [١ ، ∞[د)]١ ، ∞[

④ يكون جذرا المعادلة ك س² - ١٢ س + ٩ = ٠ مركبين إذا كانت ....

أ) ك > ٤ ب) ك < ٤ جـ) ك = ٤ د) ك = ١

[2] حدد نوع جذري كل من المعادلات الآتية دون حلها :-

(١) س² - ٢ س + ٥ = ٠ (٤) ٦ س² - ١٩ س = -٣٥

(٢) ٣ س² + ١٠ س - ٤ = ٠ (٥) (س - ١١) - س(س - ٦) = ٠

(٣) س² - ١٠ س + ٢٥ = ٠ (٦) (س - ١)(س - ٧) = ٢(س - ٣)(س - ٤)

[3] أوجد مجموعة حل كل من المعادلات الآتية باستخدام القانون العام :-

(١) س² - ٤ س + ٥ = ٠ (٣) ٣ س² = ٧ س - ٦

(٢) ٢ س² + ٦ س + ٥ = ٠ (٤) س (٤ س - ١) + ١ = ٠

[4] أوجد قيمة ك في كل من الحالات الآتية :-

(١) إذا كان جذرا المعادلة س² + ٤ س + ك = ٠ حقيقيين مختلفين.

(٢) إذا كان جذرا المعادلة س² - ٣ س + ٢ + ١/ك = ٠ متساويين.

(٣) إذا كان جذرا المعادلة ك س² - ٨ س + ١٦ = ٠ مركبين.

5) إذا كان ل ، م عددين نسبيين فأثبت أن جذري المعادلة

$ل س^2 + (ل - م) س - م = 0$ عددان نسبيان .

6) إذا كان جذرا المعادلة $س^2 + 2(ك - 1) س + (2ك + 1) = 0$ متساويان

فأوجد قيم ك الحقيقية ثم أوجد الجذرين .

7) أوجد قيمة ك إذا كان :-

(1) جذرا المعادلة $س^2 = ك + 2$ حقيقيان مختلفان .

(2) جذرا المعادلة $(م - 1) س^2 - 2م س + م = 0$ غير حقيقيين .

8) اثبت أن لجميع قيم أ الحقيقية عدا الصفر يكون للمعادلة :-

$(أ^2 + 1) س^2 + 2أ س + 1 = 0$ جذور حقيقية

9) يقدر عدد سكان جمهورية مصر العربية عام 2013م بالعلاقة :-

$ع = ن^2 + 2ن + 91$ حيث ع عدد السكان بالمليون ، ن عدد السنوات

(1) كم كان عدد السكان عام 2013م ؟

(2) قدر عدد السنوات التي يبلغ السكان فيها 324 مليون

(3) قدر عدد السكان عام 2023م ؟

---

10) قطعة أرض على شكل مستطيل بعداه 9 ، 6 من الامتار ، يراد مضاعفة مساحة هذه القطعة وذلك بزيادة طول كل من بعديها بنفس المقدار

أوجد المقدار المضاف .



(٤) "العلاقة بين جذري المعادلة التربيعية ومعاملات حدودها"

تمهيد :-

نعلم أن جذري المعادلة ٦ س٢ - ١٣ س + ٦ = ٠ هما $\frac{٢}{٣}$ ، $\frac{٣}{٢}$

نلاحظ أن :- * مجموع الجذرين = $\frac{٢}{٣} + \frac{٣}{٢} = \frac{١٣}{٦} = \frac{-\text{معامل س}}{\text{معامل س}^٢}$

* حاصل ضربهما = $\frac{٢}{٣} \times \frac{٣}{٢} = \frac{٦}{٦} = ١ = \frac{\text{الحد المطلق}}{\text{معامل س}^٢}$

⊛ مجموع الجذرين وحاصل ضرب الجذرين :-

جذرا المعادلة التربيعية أ س٢ + ب س + جـ = ٠ هما $\frac{-ب + \sqrt{ب^٢ - ٤ أ جـ}}{٢ أ}$ ، $\frac{-ب - \sqrt{ب^٢ - ٤ أ جـ}}{٢ أ}$

باعتبار الجذر الأول = ل ، الجذر الآخر = م فإن :-

$ل + م = \frac{-ب + \sqrt{ب^٢ - ٤ أ جـ}}{٢ أ} + \frac{-ب - \sqrt{ب^٢ - ٤ أ جـ}}{٢ أ} = \frac{-٢ ب}{٢ أ} = \frac{-ب}{أ}$

$ل م = \frac{-ب + \sqrt{ب^٢ - ٤ أ جـ}}{٢ أ} \times \frac{-ب - \sqrt{ب^٢ - ٤ أ جـ}}{٢ أ} = \frac{ب^٢ - (ب^٢ - ٤ أ جـ)}{٤ أ^٢} = \frac{٤ أ جـ}{٤ أ^٢} = \frac{جـ}{أ}$

"الخلاصة" :-

إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة أ س٢ + ب س + جـ = ٠ فإن

* $ل + م = \frac{-ب}{أ}$ أي أن مجموع الجذرين = $\frac{-\text{معامل س}}{\text{معامل س}^٢}$
* $ل م = \frac{جـ}{أ}$ أي أن حاصل ضربهما = $\frac{\text{الحد المطلق}}{\text{معامل س}^٢}$

(مهمة)

مثال ① :- دون حل المعادلة أوجد مجموع الجذرين وحاصل ضربهما لكل من المعادلات الآتية :-

(١) س٢ - ٧ س - ٣ = ٠ (٣) (٢ س - ٣)(س + ٢) = ٠

(٢) ٣ س٢ = ٣ ٢ س - ٣٠

الحل :-

(١) س٢ - ٧ س - ٣ = ٠ ⟸ أ = ١ ، ب = -٧ ، جـ = -٣

∴ مجموع الجذرين = $\frac{-ب}{أ} = \frac{٧}{١} =$ [٧] و حاصل ضربهما = $\frac{جـ}{أ} = \frac{-٣}{١} =$ [-٣]

(٢) $٣ س^٢ = ٣٢ س - ٣٠ \Leftarrow ٣ س^٢ - ٣٢ س + ٣٠ = ٠$ ، أ = ٣ ، ب = −٣٢ ، جـ = ٣٠

∴ مجموع الجذرين $= \frac{-ب}{أ} = \boxed{\frac{٣٢}{٣}}$ ، حاصل ضربهما $= \frac{جـ}{أ} = \frac{٣٠}{٣} = \boxed{١٠}$

(٣) $(٢س - ٣)(س + ٢) = ٠ \Leftarrow ٢س^٢ - ٣س + ٤س - ٦ = ٠$

$\Leftarrow ٢س^٢ + س - ٦ = ٠$ ، أ = ٢ ، ب = ١ ، جـ = −٦

∴ مجموع الجذرين $= \frac{-ب}{أ} = \boxed{\frac{-١}{٢}}$ ، حاصل ضربهما $= \frac{جـ}{أ} = \frac{-٦}{٢} = \boxed{-٣}$

** تدريب ** أوجد مجموع الجذرين وحاصل ضربهما لكل من المعادلات الآتية :-

(١) $٥ س^٢ + ٤ س + ١ = ٠$ (٣) $س(س - ٢) = ٤$

(٢) $٣ س^٢ + ٥ = ٤ س$ (٤) $(س - ١)(٢س + ٣) = ٠$

مثال ⑤ :- إذا كان حاصل ضرب جذري المعادلة $س^٢ - ٢س + ل = ٠$ يساوي ٥ أوجد قيمة ل ثم حل المعادلة .

الحل :- ∵ $س^٢ - ٢س + ل = ٠$ ، أ = ١ ، ب = −٢ ، جـ = ل

∵ حاصل ضرب الجذرين = ٥ $\Leftarrow \frac{جـ}{أ} = ٥$

$\Leftarrow \frac{ل}{١} = ٥ \Leftarrow \boxed{ل = ٥}$ ∴ المعادلة هي :- $س^٢ - ٢س + ٥ = ٠$

نحل بالقانون :- $س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^٢ - ٤أجـ}}{٢أ} = \frac{٢ \pm \sqrt{٤ - ٤ \times ١ \times ٥}}{٢ \times ١} = \frac{٢ \pm \sqrt{٤ - ٢٠}}{٢}$

$= \frac{٢ \pm \sqrt{-١٦}}{٢} = \frac{٢ \pm \sqrt{١٦ت^٢}}{٢} = \frac{٢ \pm ٤ت}{٢} = \frac{٢(١ \pm ٢ت)}{٢} = ١ \pm ٢ت$

∴ م.ح = {١ + ٢ت ، ١ − ٢ت}

** تدريب ** إذا كان حاصل ضرب جذري المعادلة $٢س^٢ - ٣س + ل = ٠$ يساوي ١ أوجد قيمة ل ثم حل المعادلة

مثال ③ :- إذا كان -1، 5 هما جذرا المعادلة $أ س^2 + ب س - 5 = 0$.
أوجد قيمة كل من أ، ب

$أ = أ$
$ب = ب$
$جـ = -5$

الحل :-

∵ مجموع الجذرين $= \frac{-ب}{أ} \Leftarrow -1 + 5 = \frac{-ب}{أ} \Leftarrow 4 = \frac{-ب}{أ} \longrightarrow ①$

∵ حاصل ضربهما $= \frac{جـ}{أ} \Leftarrow -1 \times 5 = \frac{-5}{أ} \Leftarrow -5 = \frac{-5}{أ} \Leftarrow \boxed{أ = 1}$

في ① $4 = \frac{-ب}{1} \Leftarrow \boxed{ب = -4}$

مثال ④ :- إذا كان $(3 + 4ت)$ أحد جذور المعادلة $س^2 - 6س + ل = 0$.
حيث ل ∈ ح أوجد الجذر الآخر، قيمة ل .

الحل :-

∵ $(3 + 4ت)$ جذر للمعادلة $\Leftarrow (3 - 4ت)$ هو الجذر الآخر

∵ مجموع الجذرين $= \frac{-ب}{أ} = 6$

∵ حاصل ضربهما $= \frac{جـ}{أ} \Leftarrow (3 + 4ت)(3 - 4ت) = ل$

$\Leftarrow 9 + 16 = ل \Leftarrow \boxed{ل = 25}$

> **خذ بالك :-**
> إذا كان جذرا المعادلة عددان مركبان فإنهما يكونان مترافقان

⊛ هناك حل آخر لهذه المسألة وذلك بالتعويض عن $س = 3 + 4ت$ في المعادلة ثم نوجد ل ثم نحل المعادلة بالقانون لإيجاد الجذر الآخر .

*** تدريب ***

(1) إذا كان -3، 7 جذرا المعادلة $أ س^2 - ب س - 21 = 0$.
أوجد قيمة أ، ب .

(2) إذا كان $(2 - ت)$ أحد جذري المعادلة $س^2 - 4س + ل = 0$.
حيث ل ∈ ح أوجد الجذر الآخر، قيمة ل .

"ملاحظة هامة" في المعادلة التربيعية $أ س^2 + ب س + جـ = ٠$

(١) إذا كان $أ = ١$ ⟸ $ل + م = -ب$ ، $ل م = جـ$

(٢) إذا كان $ب = ٠$ ⟸ $ل + م = ٠$ ⟸ $ل = -م$

أي أنه :- **إذا كان أحد الجذرين معكوس جمعي للآخر فإن ب = صفر** (مهمة جداً)

(٣) إذا كان $أ = جـ$ ⟸ $ل م = ١$ ⟸ $ل = \frac{1}{م}$

أي أنه :- **إذا كان أحد جذري المعادلة معكوس ضربي للآخر فإن أ = جـ** (مهمة جداً)

مثال ⑤ :- أكمل :-

(١) إذا كان أحد جذري المعادلة $٣س^2 + (م-٣)س + ٧ = ٠$ معكوساً جمعياً للآخر فإن م = ...

(٢) إذا كان أحد جذري المعادلة $٢م س^2 + ٧س + م^2 + ١ = ٠$ معكوساً ضربياً للآخر فإن م = ...

الحل :-

(١) ∵ أحد الجذرين معكوس جمعي للآخر ⟸ $ب = ٠$ ⟸ $م - ٣ = ٠$ ⟸ $\boxed{م = ٣}$

(٢) ∵ أحد الجذرين معكوس ضربي للآخر ⟸ $أ = جـ$ ⟸ $٢م = م^2 + ١$

⟸ $م^2 - ٢م + ١ = ٠$ ⟸ $(م-١)(م-١) = ٠$ ⟸ $\boxed{م = ١}$

بعض الملاحظات الهامة للتعابير اللفظية :-

* أحد الجذرين ضعف الآخر " ل ، ٢ل " ، * أحد الجذرين ثلاثة أمثال الآخر " ل ، ٣ل "
* أحد الجذرين مربع الآخر " $ل ، ل^2$ " ، * النسبة بين الجذرين = ٣ : ٤ " ٣ل ، ٤ل "
* مجموع الجذرين = ٥ " ل ، ٥ − ل " ، * أحد الجذرين يزيد عن الآخر بمقدار ٤ " ل ، ل + ٤ "
* أحد الجذرين ثلاثة أمثال المعكوس الجمعي للجذر الآخر " ل ، −٣ل "
* أحد الجذرين ثلاثة أمثال المعكوس الضربي للجذر الآخر " $ل ، \frac{3}{ل}$ "
* أحد الجذرين يزيد عن المعكوس الجمعي للآخر بمقدار ٤ " ل ، −ل + ٤ "

مثال ⑥ :- إذا كان أحد جذري المعادلة $س^2 + 3س + ك = 0$ ضعف الجذر الآخر أوجد قيمة ك .

| $أ = 1$ |
| $ب = 3$ |
| $جـ = ك$ |

الحل :- بفرض أحد الجذرين = ل ∴ الجذر الآخر = ٢ل .

∴ مجموع الجذرين $= \frac{-ب}{أ}$ ⇐ $ل + 2ل = \frac{-3}{1}$ ⇐ $3ل = -3$ ⇐(÷3) $\boxed{ل = -1}$ ← ①

∴ حاصل ضربهم $= \frac{جـ}{أ}$ ⇐ $ل \times 2ل = \frac{ك}{1}$ ⇐ $2ل^2 = ك$ من ①

⇐ $2(-1)^2 = ك$ ⇐ $\boxed{ك = 2}$.

مثال ⑦ :- أوجد قيمة م التي تجعل أحد جذري المعادلة $س^2 + 21 = م س$ يزيد عن ضعف الجذر الآخر بمقدار ١

| $أ = 1$ |
| $ب = -م$ |
| $جـ = 21$ |

الحل :- ∵ $س^2 + 21 = م س$ ⇐ $س^2 - م س + 21 = 0$

بفرض أحد الجذرين = ل ∴ الجذر الآخر = ٢ل + ١

∴ مجموع الجذرين $= \frac{-ب}{أ}$ ⇐ $ل + 2ل + 1 = \frac{م}{1}$ ⇐ $\boxed{3ل + 1 = م}$ ← ①

∴ حاصل ضربهم $= \frac{جـ}{أ}$ ⇐ $ل(2ل + 1) = \frac{21}{1}$ ⇐ $2ل^2 + ل - 21 = 0$

⇐ $(2ل + 7)(ل - 3) = 0$

(تحليل: $2ل^2$ ، ٧ ، ٣ ، ل ، $7ل$ ، $6ل$)

$2ل + 7 = 0$ ⇐ $ل = \frac{-7}{2}$ ، في ① ⇐ $3 \times \frac{-7}{2} + 1 = م$ ⇐ $\boxed{م = \frac{-19}{2}}$

$ل - 3 = 0$ ⇐ $ل = 3$ ، في ① ⇐ $3 \times 3 + 1 = م$ ⇐ $\boxed{م = 10}$

تدريب ✱ (١) إذا كان أحد جذري المعادلة $س^2 + 5س + ك = 0$ ضعف المعكوس الجمعي للجذر الآخر أوجد قيمة ك

(٢) أوجد قيمة ك التي تجعل جذري المعادلة $س^2 - ك س + 12 = 0$ ثلاثة أمثال الجذر الآخر.

مثال ⑧ :- أوجد الشرط اللازم لكي يكون أحد جذري المعادلة

$\text{أ}\,\text{س}^2 + \text{ب}\,\text{س} + \text{جـ} = 0$ مساوياً المعكوس الجمعي لضعف الجذر الآخر

الحل :- نفرض أحد الجذرين = ل ∴ الجذر الآخر = −٢ل

∴ مجموع الجذرين $= \frac{-\text{ب}}{\text{أ}} \Leftarrow \text{ل} - 2\text{ل} = \frac{-\text{ب}}{\text{أ}} \Leftarrow -\text{ل} = \frac{-\text{ب}}{\text{أ}} \Leftarrow \boxed{\text{ل} = \frac{\text{ب}}{\text{أ}}}$ ①

∴ حاصل ضربهم $= \frac{\text{جـ}}{\text{أ}} \Leftarrow \text{ل} \times -2\text{ل} = \frac{\text{جـ}}{\text{أ}} \Leftarrow \boxed{-2\text{ل}^2 = \frac{\text{جـ}}{\text{أ}}}$ ②

بالتعويض من ① في ② $\Leftarrow -2\left(\frac{\text{ب}}{\text{أ}}\right)^2 = \frac{\text{جـ}}{\text{أ}} \Leftarrow \frac{-2\text{ب}^2}{\text{أ}^2} = \frac{\text{جـ}}{\text{أ}}$

$\Leftarrow \frac{-2\text{ب}^2}{\text{أ}} = \text{جـ} \Leftarrow \text{أ}\,\text{جـ} = -2\text{ب}^2 \Leftarrow \boxed{2\text{ب}^2 + \text{أ}\,\text{جـ} = 0}$ "الشرط المطلوب"

---

* **تدريب** * أوجد الشرط اللازم لكي يكون أحد جذري المعادلة

$\text{أ}\,\text{س}^2 + \text{ب}\,\text{س} + \text{جـ} = 0$ مساوياً ضعف الجذر الآخر.

مثال ⑨ :- أوجد قيمة أ التي تجعل جذري المعادلة $\text{س}^2 - 3\text{س} + 2 + \frac{1}{\text{أ}}$ متساويان

الحل :- ∴ الجذران متساويان $\Leftarrow \text{ب}^2 - 4\text{أ}\,\text{جـ} = 0$

أ = ١
ب = −٣
$\text{جـ} = 2 + \frac{1}{\text{أ}}$

$\Leftarrow 9 - 4 \times 1 \times \left(2 + \frac{1}{\text{أ}}\right) = 0 \Leftarrow 9 - 4\left(2 + \frac{1}{\text{أ}}\right) = 0$

$9 - 8 - \frac{4}{\text{أ}} = 0 \Leftarrow 1 - \frac{4}{\text{أ}} = 0$

$1 = \frac{4}{\text{أ}} \Leftarrow \boxed{\text{أ} = 4}$

مثال ⑩ :- إذا كان حاصل ضرب جذري المعادلة $2\text{س}^2 + 7\text{س} + 3\text{ل} = 0$ يساوي مجموع جذري المعادلة $\text{س}^2 - (\text{ل} + 4)\text{س} = 0$ أوجد قيمة ل

الحل :- حاصل ضرب جذري المعادلة الأولى $= \frac{\text{جـ}}{\text{أ}} = \frac{3\text{ل}}{2}$ ، مجموع جذري الثانية $= \frac{-\text{ب}}{\text{أ}} = \frac{\text{ل} + 4}{1}$

$\therefore \frac{3\text{ل}}{2} = \frac{\text{ل} + 4}{1} \Leftarrow 3\text{ل} = 2\text{ل} + 8 \Leftarrow \boxed{\text{ل} = 8}$ #

تمارين على " العلاقة بين جذري المعادلة التربيعية ومعاملات حدودها "

[١] اختر الإجابة الصحيحة :-

① مجموع جذري المعادلة س² + ٢س + ١٥ = ٠ يساوي ..... [٢ ، -٢ ، ١٥ ، -١٥]

② حاصل ضرب جذري المعادلة ٤س² - ٣س + ٥ = ٠ يساوي ..... [$\frac{٣}{٤}$ ، $\frac{-٣}{٤}$ ، $\frac{٥}{٤}$ ، $\frac{-٥}{٤}$]

③ مجموع جذري المعادلة س² - ٥س + ٦ = ٠ يساوي .... [-٥ ، -٦ ، ٥ ، ٦]

④ إذا كان مجموع مجموع جذري المعادلة ل س² + (ل - ١٤) س - ٧ = ٠ يساوي ٣ فإن ل = ...

[-٢ ، -٧ ، ٢ ، ٧]

⑤ إذا كان حاصل ضرب جذري المعادلة ل س² + س + ٢ = ٠ يساوي ١ فإن ل = ...

[-٢ ، -١ ، ٢ ، ١]

⑥ إذا كان أحد جذري المعادلة ٢س² - (ل + ٣) س + ل = معكوس جمعي للآخر فإن ل = ...

[-٢ ، -٣ ، ٢ ، ٣]

⑦ إذا كان أحد جذري المعادلة ٢س² - (ل + ٣) س + ل = معكوس ضربي للآخر فإن ل = ...

[-٢ ، -٣ ، ٢ ، ٣]

⑧ إذا كان أحد جذري المعادلة س² - ل س + ١٢ = ٠ ثلاثة أمثال الآخر فإن ل = ...

[-٨ ، ٨ ، ±٨ ، صفر]

[٢] دون حل المعادلة أوجد مجموع الجذرين وحاصل ضربهما لكل من المعادلات الآتية :-

(١) ٤س² + ٤س - ٣٥ = ٠ . (٣) (٣س + ٢)(٢س - ٥) = ٠

(٢) ٣س² - ٧ = ١٢س (٤) $\frac{١}{س - ٢}$ + $\frac{١}{س + ٢}$ = ٣ ، س ≠ ±٢

[٣] إذا كان حاصل ضرب جذري المعادلة ٣س² + ١٠س - جـ = $\frac{٨}{٣}$ أوجد قيمة جـ
ثم حل المعادلة فى مجموعة الأعداد المركبة

[٤] إذا كان مجموع جذري المعادلة ٢س² + ب س - ٥ = ٠ هو $\frac{-٣}{٢}$ أوجد قيمة ب
ثم حل المعادلة فى مجموعة الأعداد المركبة .

٥ أوجد الجذر الآخر للمعادلة ثم أوجد قيمة ا في كل مما يأتي :-

(١) إذا كان س = -١ أحد جذري المعادلة $س^2 - 3س + ا = 0$

(٢) إذا كان ١ + ت أحد جذري المعادلة $س^2 - 2س + ا = 0$

٦ أوجد قيمتي ا ، ب من كل من المعادلات الآتية إذا كان :-

(١) ٢ ، ٥ جذرا المعادلة $س^2 + اس + ب = 0$

(٢) -١ ، $\frac{1}{3}$ جذرا المعادلة $اس^2 - س + ب = 0$

(٣) $3\sqrt{}$ ت ، $-3\sqrt{}$ ت جذرا المعادلة $س^2 + اس + ب = 0$

٧ أوجد قيمة ك التي تجعل أحد جذري المعادلة $4ك س^2 + 7س + ك^2 + 4 = 0$ هو المعكوس الضربي للجذر الآخر

٨ أوجد قيمة ك التي تجعل أحد جذري المعادلة $س^2 + (ك - 1)س - 3 = 0$ هو المعكوس الجمعي للجذر الآخر

٩ إذا كان أحد جذري المعادلة $8س^2 - 30س + جـ = 0$ يساوي مربع الجذر الآخر أوجد قيمة جـ

١٠ إذا كانت النسبة بين جذري المعادلة $اس^2 + ب س + جـ = 0$ كنسبة ٢ : ٣ اثبت أن $25 ا جـ = 6 ب^2$

١١ أوجد الشرط اللازم لكي يكون أحد جذري المعادلة $اس^2 + ب س + جـ = 0$ نصف الجذر الآخر.

١٢ إذا كان مجموع جذري المعادلة $س^2 - (ك + 2)س + 6 = 0$ يساوي حاصل ضرب جذري المعادلة $س^2 + 5ك س + ك^2 = 0$ أوجد قيمة ك

(٥) تكوين المعادلة التربيعية متى علم جذراها

* إذا فرضنا أن ل ، م هما جذري المعادلة التربيعية أ $س^2$ + ب س + جـ = ٠ ، أ ≠ ٠

بالقسمة على أ ⇐ $س^2 + (\frac{ب}{أ})$ س + $\frac{جـ}{أ}$ = ٠ ⟵ ①

ونعلم أن ل + م = $\frac{-ب}{أ}$ ، ل م = $\frac{جـ}{أ}$ بالتعويض في ①

⇐ المعادلة تكون على الصورة $س^2$ − (ل + م) س + ل م = ٠

أي أن $س^2$ − (مجموع الجذرين) س + حاصل ضرب الجذرين = ٠ | مهمة

ويمكن أيضا أن تكتب المعادلة على الصورة :- (س − ل)(س − م) = ٠

مثال ① :- كون المعادلة التربيعية التي جذراها :-

(١) ٣ ، ٥ (٣) ٣ + ٤ت ، ٣ − ٤ت

(٢) ٢ + $\sqrt{٥}$ ، ٢ − $\sqrt{٥}$ (٤) $\frac{-٢ + ٢ت}{١ + ت}$ ، $\frac{-٢ - ٤ت}{٢ - ت}$

الحل :-

(١) مجموع الجذرين = ٣ + ٥ = [٨] ، حاصل ضربهما = ٣ × ٥ = [١٥]

∴ المعادلة تكون على الصورة $س^2$ − (مجموع الجذرين) س + حاصل ضرب الجذرين = ٠

⇐ $س^2$ − ٨س + ١٥ = ٠ #

(٢) مجموع الجذرين = ٢ + $\sqrt{٥}$ + ٢ − $\sqrt{٥}$ = [٤] ، حاصل ضربهما = (٢ + $\sqrt{٥}$)(٢ − $\sqrt{٥}$) = ٤ − ٥ = [−١]

⇐ $س^2$ − ٤س − ١ = ٠ #

(٣) مجموع الجذرين = ٣ + ٤ت + ٣ − ٤ت = [٦] ، حاصل ضربهما = (٣ + ٤ت)(٣ − ٤ت) = ٩ + ١٦ = [٢٥]

⇐ $س^2$ − ٦س + ٢٥ = ٠

(٤) نضع كل جذر في أبسط صورة أولاً :- بفرض أن الجذرين ل ، م

⇐ ل = $\frac{-٢ + ٢ت}{١ + ت} \times \frac{١ - ت}{١ - ت} = \frac{(-٢ + ٢ت)(١ - ت)}{(١ + ت)(١ - ت)} = \frac{-٢ + ٢ت + ٢ت - ٢ت^2}{١ + ١} = \frac{-٢ + ٤ت + ٢}{٢}$

$= \frac{\text{٤ت}}{\text{٢}} = \text{٢ت} \leftarrow$ ①

$\text{م} = \frac{\text{-٢-٤ت}}{\text{٢-ت}} \times \frac{\text{٢+ت}}{\text{٢+ت}} = \frac{\text{(-٢-٤ت)(٢+ت)}}{\text{(٢-ت)(٢+ت)}} = \frac{\text{-٤-٨ت-٢ت-٤ت}^{\text{٢}}}{\text{٤+١}} = \frac{\text{-٤-١٠ت+٤}}{\text{٥}}$

$= \frac{\text{-١٠ت}}{\text{٥}} = \text{-٢ت} \leftarrow$ ②

∴ ل + م = ٢ت + (-٢ت) = [صفر] ، ل م = ٢ت × -٢ت = -٤ت² = [٤]

∴ المعادلة هي س² - صفر س + ٤ = ٠ ⟸ س² + ٤ = ٠

تدريب كون المعادلة التربيعية التي جذراها :-

(١) ٤ ، -٧ (٣) ١+٥ت ، ١-٥ت

(٢) $\frac{\text{٣}}{\text{٢}}$ ، $\frac{\text{٥}}{\text{٤}}$ (٤) ٣-٢ت ، $\frac{\text{٤+٧ت}}{\text{٢+ت}}$

---

*تكوين معادلة تربيعية بمعلومية معادلة تربيعية أخرى

مثال ③ :- إذا كان ل ، م جذرا المعادلة س² - ٧س + ٣ = ٠ . أوجد المعادلة التي جذراها ل+١ ، م+١

الحل :- * تحل أي مسألة من هذا النوع بالخطوات التالية :-

أ = ١
ب = -٧
جـ = ٣

المعادلة المعطاة :- * مجموع الجذرين = $\frac{\text{-ب}}{\text{أ}}$ ⟸ ل + م = ٧

* حاصل ضربهما = $\frac{\text{جـ}}{\text{أ}}$ ⟸ ل م = ٣

المعادلة المطلوبة :- * مجموع الجذرين = ل+١ + م+١ = (ل+م) + ٢ = ٧ + ٢ = [٩]

* حاصل ضربهما = (ل+١)(م+١) = ل م + ل + م + ١ = ٣ + ٧ + ١ = [١١]

∴ المعادلة المطلوبة هي س² - ٩س + ١١ = ٠

تدريب إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة س² - ٢س + ٥ = ٠ . كون المعادلة التي جذراها ل+٢ ، م+٢

⊛ بعض المتطابقات الهامة المستخدمة في هذه المسائل :-

* $ل^2 + م^2 = (ل + م)^2 - 2ل م$　　　* $(ل - م)^2 = (ل + م)^2 - 4ل م$

* $ل^3 + م^3 = (ل + م)[(ل + م)^2 - 3ل م]$　　　* $ل^3 - م^3 = (ل - م)[(ل + م)^2 - ل م]$

* $\frac{1}{ل} + \frac{1}{م} = \frac{ل + م}{ل م}$　　　* $\frac{1}{ل} \times \frac{1}{م} = \frac{1}{ل م}$

* $\frac{ل}{م} + \frac{م}{ل} = \frac{ل^2 + م^2}{ل م} = \frac{(ل + م)^2 - 2ل م}{ل م}$.

مثال ③ :- إذا كان ل ، م جذرا المعادلة $س^2 - 7س + 5 = 0$. أوجد المعادلة التي جذراها $ل^2$ ، $م^2$

الحل :- المعادلة المعطاة : * مجموع الجذرين $= \frac{-ب}{أ} \Leftarrow ل + م = 7$

* حاصل ضربهم $= \frac{جـ}{أ} \Leftarrow ل م = 5$

أ = 1
ب = -7
جـ = 5

المعادلة المطلوبة : * مجموع الجذرين $= ل^2 + م^2 = (ل + م)^2 - 2ل م = 49 - 2 \times 5 = \boxed{39}$

* حاصل ضربهم $= ل^2 م^2 = (ل م)^2 = \boxed{25}$

∴ المعادلة المطلوبة هي $س^2 - 39س + 25 = 0$

مثال ④ :- إذا كان ل ، م جذرا المعادلة $س^2 - 2س - 5 = 0$. أوجد المعادلة التي جذراها $\frac{1}{ل}$ ، $\frac{1}{م}$

الحل :- المعادلة المعطاة : * مجموع الجذرين $= \frac{-ب}{أ} \Leftarrow ل + م = 2$

* حاصل ضربهم $= \frac{جـ}{أ} \Leftarrow ل م = -5$

أ = 1
ب = -2
جـ = -5

المعادلة المطلوبة : * مجموع الجذرين $= \frac{1}{ل} + \frac{1}{م} = \frac{ل + م}{ل م} = \boxed{\frac{2}{-5}}$

* حاصل ضربهم $= \frac{1}{ل} \times \frac{1}{م} = \frac{1}{ل م} = \boxed{\frac{1}{-5}}$

∴ المعادلة المطلوبة هي $س^2 + \frac{2}{5}س - \frac{1}{5} = 0$

مثال ⑤ :- إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $٢س^٢ - ٣س - ١ = ٠$ كون المعادلة التربيعية التي جذراها

(١) $\frac{\text{ل}}{\text{م}}$ ، $\frac{\text{م}}{\text{ل}}$ (٣) $\text{ل} + \frac{١}{\text{م}}$ ، $\text{م} + \frac{١}{\text{ل}}$

(٢) ل + م ، ل م

الحل :-

أ = ٢
ب = -٣
ج = -١

المعادلة المعطاة : * مجموع الجذرين $= \frac{-\text{ب}}{\text{أ}} \Leftarrow \text{ل} + \text{م} = \frac{٣}{٢}$

* حاصل ضربهما $= \frac{\text{ج}}{\text{أ}} \Leftarrow \text{ل م} = \frac{-١}{٢}$

← (١) المعادلة المطلوبة : * مجموع الجذرين $= \frac{\text{ل}}{\text{م}} + \frac{\text{م}}{\text{ل}} = \frac{(\text{ل}+\text{م})^٢ - ٢\text{ل م}}{\text{ل م}} = \frac{\frac{٩}{٤} - ٢ \times \frac{-١}{٢}}{\frac{-١}{٢}}$

$= \boxed{\frac{-١٣}{٢}}$

* حاصل ضربهما $= \frac{\text{ل}}{\text{م}} \times \frac{\text{م}}{\text{ل}} = \frac{\text{ل م}}{\text{ل م}} = \boxed{١}$

∴ المعادلة المطلوبة هي $س^٢ + \frac{١٣}{٢}س + ١ = ٠$ #

← (٢) المعادلة المطلوبة : * مجموع الجذرين $= (\text{ل}+\text{م}) + (\text{ل م}) = \frac{٣}{٢} - \frac{١}{٢} = \boxed{١}$

* حاصل ضربهما $= (\text{ل}+\text{م})(\text{ل م}) = \frac{٣}{٢} \times \frac{-١}{٢} = \boxed{\frac{-٣}{٤}}$

∴ المعادلة المطلوبة هي $س^٢ - س - \frac{٣}{٤} = ٠$ #

← (٣) المعادلة المطلوبة : * مجموع الجذرين $= \text{ل} + \frac{١}{\text{م}} + \text{م} + \frac{١}{\text{ل}} = (\text{ل}+\text{م}) + (\frac{١}{\text{م}} + \frac{١}{\text{ل}})$

$= (\text{ل}+\text{م}) + (\frac{\text{ل}+\text{م}}{\text{ل م}}) = \frac{٣}{٢} + (\frac{\frac{٣}{٢}}{\frac{-١}{٢}}) = \boxed{\frac{-٣}{٢}}$

* حاصل ضربهما $= (\text{ل} + \frac{١}{\text{م}})(\text{م} + \frac{١}{\text{ل}}) = \text{ل م} + ٢ + \frac{١}{\text{ل م}}$

$= \frac{-١}{٢} + ٢ + \frac{١}{\frac{-١}{٢}} = \boxed{\frac{-١}{٢}}$

∴ المعادلة المطلوبة هي $س^٢ + \frac{٣}{٢}س - \frac{١}{٢} = ٠$ #

*** تدريب *** (١) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^٢ + ٣س - ٥ = ٠$ كون المعادلة التربيعية التي جذراها $\text{ل}^٢$ ، $\text{م}^٢$

(٢) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $٣س^٢ + ٥س - ٧ = ٠$ كون المعادلة التربيعية التي جذراها :- (١) $\frac{١}{\text{ل}}$ ، $\frac{١}{\text{م}}$ ، (٢) $\frac{\text{ل}}{\text{م}}$ ، $\frac{\text{م}}{\text{ل}}$

مثال ⑥ :- إذا كان ل+٣ ، م+٣ هما جذري المعادلة $س^2 - ١١س + ٧ = ٠$

كون المعادلة التي جذراها ل ، م

الحل :- المعادلة المعطاة : * مجموع الجذرين $= \frac{-ب}{أ}$ ⇐ ل+٣+م+٣ = ١١ ⇐ ل+م+٦ = ١١

⇐ ل+م = ⑤ ← ①

* حاصل ضربهما $= \frac{جـ}{أ}$ ⇐ (ل+٣)(م+٣) = ٧

⇐ ل م + ٣ل + ٣م + ٩ = ٧ ⇐ ل م + ٣(ل+م) = -٢

من ① ⇐ ل م + ٣×٥ = -٢ ⇐ ل م + ١٥ = -٢ ⇐ ل م = -١٧

∴ المعادلة المطلوبة التي جذراها ل ، م هي $س^2 - (ل+م)س + ل م = ٠$

⇐ $س^2 - ٥س - ١٧ = ٠$

تدريب * إذا كان $\frac{١}{ل}$ ، $\frac{١}{م}$ هما جذرا المعادلة $س^2 - ٦س + ٤ = ٠$

كون المعادلة التي جذراها ل ، م

مثال ⑦ :- إذا كان الفرق بين جذري المعادلة $س^2 - كس + ٤ك = ٠$ يساوي ثلاثة أمثال حاصل ضرب جذري المعادلة $س^2 - ٣س - ك = ٠$ أوجد قيمة ك

الحل :- نفرض أن جذري المعادلة $س^2 - كس + ٤ك = ٠$ هما ل ، م

أ = ١ ، ب = -ك ، جـ = ٤ك

∴ ل+م = ك ، ل م = ٤ك ← ①

∴ الفرق بين ل ، م يساوي ثلاثة أمثال حاصل ضرب جذري المعادلة $س^2 - ٣س - ك = ٠$

أ = ١ ، ب = -٣ ، جـ = -ك

⇐ ل - م = -٣ك ← ②

∵ $(ل-م)^2 = (ل+م)^2 - ٤ل م$ ⇐ من ① ، ② ⇐ $(-٣ك)^2 = ك^2 - ١٦ك$

⇐ $٩ك^2 = ك^2 - ١٦ك$ ⇐ $٨ك^2 = -١٦ك$ ⇐ $٨ك^2 + ١٦ك = ٠$ ⇐ $٨ك(ك+٢) = ٠$

إما ٨ك = ٠ ⇐ **ك = ٠** أو ك+٢ = ٠ ⇐ **ك = -٢**

مثال ⑧ أوجد المعادلة التربيعية التي جذراها ضعف جذري المعادلة التربيعية

$2س^2 - 8س + 5 = 0$

$أ = 2$
$ب = -8$
$جـ = 5$

الحل :- نفرض جذري المعادلة المعطاة هما ل ، م

$\Leftarrow ل + م = \frac{-ب}{أ} \Leftarrow ل + م = \frac{8}{2} = 4$

$\Leftarrow ل م = \frac{جـ}{أ} \Leftarrow ل م = \frac{5}{2}$

∵ المعادلة المطلوبة جذراها ضعف جذري المعادلة المعطاة ∴ جذراها هم 2ل ، 2م

$\Leftarrow$ مجموع الجذرين $= 2ل + 2م = 2(ل + م) = 2 \times 4 = \boxed{8}$

$\Leftarrow$ حاصل ضربهم $= 2ل \times 2م = 4 ل م = 4 \times \frac{5}{2} = \boxed{10}$

∴ المعادلة المطلوبة هي $س^2 - 8س + 10 = 0$ #

مثال ⑨ :- أوجد المعادلة التربيعية التي كل من جذريها يزيد بمقدار 1 عن كل من جذري المعادلة $س^2 - 7س + 9 = 0$

الحل :- نفرض جذري المعادلة المعطاة هما ل ، م

$أ = 1$
$ب = -7$
$جـ = 9$

$\Leftarrow ل + م = \frac{-ب}{أ} \Leftarrow ل + م = 7$

$\Leftarrow ل م = \frac{جـ}{أ} \Leftarrow ل م = 9$

∵ المعادلة المطلوبة جذراها يزيد بمقدار 1 عن جذري المعادلة المعطاة

∴ جذري المعادلة المطلوبة هما ل + 1 ، م + 1

$\Leftarrow$ مجموع الجذرين $= ل + 1 + م + 1 = ل + م + 2 = 7 + 2 = \boxed{9}$

$\Leftarrow$ حاصل ضربهم $= (ل + 1)(م + 1) = ل م + ل + م + 1 = 9 + 7 + 1 = \boxed{17}$

∴ المعادلة المطلوبة هي $س^2 - 8س + 10 = 0$ #

تمارين على "تكوين المعادلة التربيعية متى علم جذراها"

١ أكمل ما يأتي :-

(١) المعادلة التي جذراها ٣ ، -٥ هي ....

(٢) المعادلة التي جذراها $\frac{٢}{٣}$ ، $\frac{٣}{٢}$ هي ....

(٣) المعادلة التي مجموع جذريها = ٣ وحاصل ضربهما = -٥ هي ......

(٤) إذا كان ل ، $ل^{٢}$ هما جذرا المعادلة $ب س^{٢} - س + ٥٤ = ٠$ فإن ب = ...

(٥) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} - ٥س + ٢ = ٠$ فإن ل + م = ... ، ل م = ... ، $ل^{٢} + م^{٢}$ = ...

٢ كون المعادلة التربيعية التي جذراها :-

(١) -٢ ، ٤

(٢) $\frac{٢}{٥}$ ، $\frac{٥}{٢}$

(٣) -٥ت ، ٥ت

(٤) ١-٣ت ، ١+٣ت

(٥) $٣-٢\sqrt{٢}ت$ ، $٣+٢\sqrt{٢}ت$

(٦) $\frac{٣}{ت}$ ، $\frac{٣+٣ت}{١-ت}$

٣ (١) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} + ٥س - ٣ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها $ل^{٢}$ ، $م^{٢}$

(٢) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} - ١٣س + ١٠ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها ل+٢ ، م+٢

(٣) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} + ٥س + ٦ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها ل-١ ، م-١

(٤) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} + ٣س + ٤ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها $\frac{ل}{م}$ ، $\frac{م}{ل}$

(٥) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} - س + ٣ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها $\frac{١}{ل}$ ، $\frac{١}{م}$

(٦) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $٢س^{٢} - ٦س + ٣ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها $\frac{ل}{م}$ ، $\frac{م}{ل}$

(٧) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} + ٣س - ١ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها $\frac{١}{ل^{٢}}$ ، $\frac{١}{م^{٢}}$

(٨) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} = ٣ - ٧س$ كون المعادلة التي جذراها $\frac{٣ل}{م}$ ، $\frac{٣م}{ل}$

(٩) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} - ٧س + ٣ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها ٢ل ، ٢م

(١٠) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} - ٢س - ٨ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها ٣ل - م ، ٣م - ل

(١١) إذا كان ل ، م هما جذرا المعادلة $س^{٢} + ٣س = ٧$ كون المعادلة التي جذراها ١-ل ، ١-م

(١٢) إذا كان ل + ٢ ، م + ٢ هما جذرا المعادلة $س^٢ - ١١س + ٣ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها ل ، م

(١٣) إذا كان ل − ١ ، م − ١ هما جذرا المعادلة $س^٢ + ٥س + ٧ = ٠$. كون المعادلة التي جذراها ل + م ، م + ٢

٤ كون المعادلة التربيعية التي كل من جذريها يساوي نصف نظيره من جذري المعادلة
$٤س^٢ - ٢س + ٧ = ٠$.

٥ كون المعادلة التربيعية التي كل من جذريها يساوي مربع نظيره من جذري المعادلة
$س^٢ + ٣س - ٥ = ٠$.

٦ إذا كان الفرق بين جذري المعادلة التربيعية $س^٢ + ل س + ٢ل = ٠$
يساوي ضعف حاصل ضرب جذري المعادلة $س^٢ + ٣س + ل = ٠$. أوجد قيمة ل .

٧ إذا كان ل ، م جذرا المعادلة $س^٢ - ٧س + ٣ء = ٠$. وكان (ل + ١) ، (م + ١)
هما جذرا المعادلة $س^٢ - جـ س + ٥ء = ٠$. أوجد قيمة كل من جـ ، ء
ثم كون المعادلة التي جذراها (ل + م) ، $(ل^٢ + م^٢)$

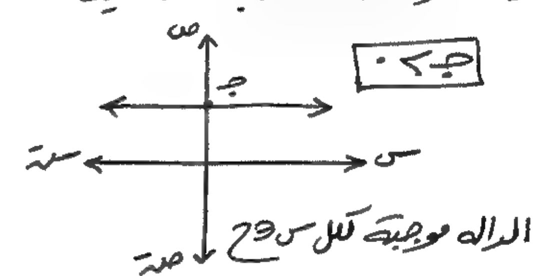
٨ إذا كان ل − ١ ، م هما جذرا المعادلة $س^٢ - ٣س - ٧ = ٠$.
أوجد المعادلة التي جذراها ل ، ٣م + ١ .

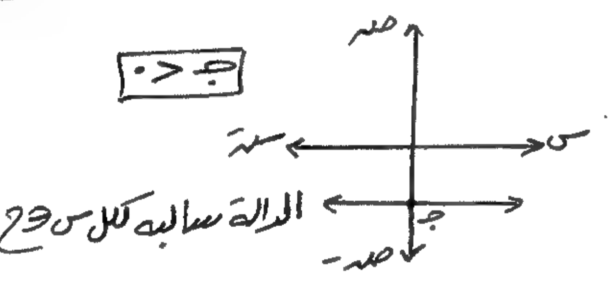
(٦) "إشارة الدالة"

* المقصود ببحث إشارة الدالة هو معرفة الفترات التي تكون فيها الدالة موجبة والفترات التي تكون فيها الدالة سالبة والفترات التي تكون فيها الدالة تساوي صفر.

أولاً: "إشارة الدالة الثابتة"

إشارة الدالة الثابتة د حيث د(س) = جـ ، جـ ثابت ≠ ٠ هي نفس إشارة جـ لكل س ∈ ح





مثال ① ابحث إشارة كل من الدوال الآتية :-

(١) د(س) = ٣ (٢) د(س) = -٥

الحل :- (١) د(س) = ٣ > ٠ ∴ إشارة د(س) موجبة لكل س ∈ ح .

(٢) د(س) = -٥ < ٠ ∴ إشارة د(س) سالبة لكل س ∈ ح .

ثانياً: "إشارة الدالة الخطية"

قاعدة الدالة الخطية هي د(س) = ب س + جـ ، ب ≠ ٠

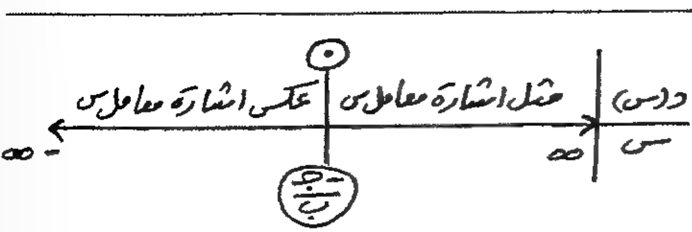
بوضع د(س) = ٠ ⟸ ب س + جـ = ٠ ⟸ ب س = -جـ $\overset{(\div ب)}{\Longleftarrow}$ $\boxed{س = \frac{-جـ}{ب}}$

وتكون إشارة الدالة:- • د(س) مثل إشارة معامل س عندما س > $\frac{-جـ}{ب}$ أي س ∈] $\frac{-جـ}{ب}$ ، ∞ [

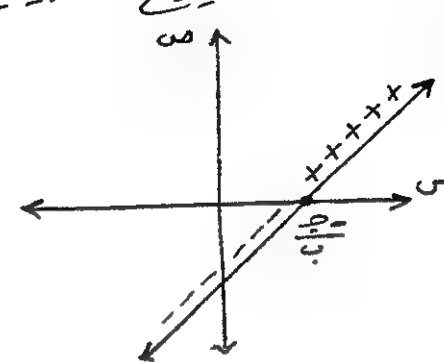
• د(س) عكس إشارة معامل س عندما س < $\frac{-جـ}{ب}$ أي س ∈] -∞ ، $\frac{-جـ}{ب}$ [

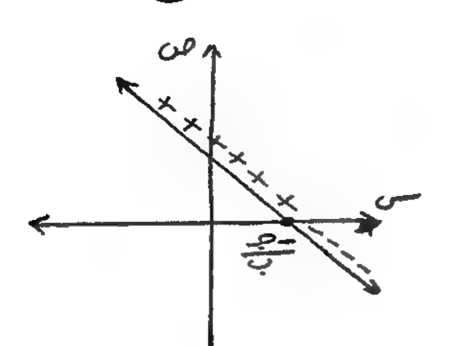
• د(س) = ٠ عندما س = $\frac{-جـ}{ب}$ أي س ∈ { $\frac{-جـ}{ب}$ }

ويمكن أن نعبر عنها كما يلي :-



والشكل التالي يوضح ذلك بيانياً :-





مثال ② ابحث إشارة كل من الدوال الآتية :-

(١) د(س) = س + ١ (٢) د(س) = ٤ − ٣س

الحل :- (١) ∵ د(س) = س + ١ بوضع د(س) = ٠

⇐ س + ١ = ٠ ⇐ س = −١

∴ د(س) تكون موجبة (مثل إشارة معامل س) عندما س > −١ أي س ∈]−١ ، ∞[

د(س) سالبة (عكس اشارة معامل س) عندما س < −١ أي س ∈]−∞ ، −١[

د(س) = ٠ عندما س = −١ أي س ∈ {−١}

د(س) — — — — — — — — ٠ + + + + + + +
س −∞ −١ ∞

(٢) ∵ د(س) = ٤ − ٣س ← بوضع د(س) = ٠ ⇐ ٤ − ٣س = ٠ ⇐ س = ٤/٣

∴ د(س) سالبة (مثل إشارة معامل س) عندما س > ٤/٣ أي س ∈]٤/٣ ، ∞[

د(س) موجبة (عكس إشارة معامل س) عندما س < ٤/٣ أي س ∈]−∞ ، ٤/٣[

د(س) = ٠ عندما س = ٤/٣

د(س) + + + + + + + + ٠ — — — — — — — —
س ٤/٣ ∞

*** تدريب *** ابحث إشارة كل من الدوال الآتية :-

(1) د(س) = س - 3   (2) د(س) = 1 - 2 س

ثالثاً :- "إشارة الدالة التربيعية"

لتعيين إشارة الدالة التربيعية د(س) = أ س² + ب س + جـ ، أ ≠ 0 .

نوجد مميز المعادلة أ س² + ب س + جـ = 0 وهو ب² - 4 أ جـ فإذا كان :-

← (1) ب² - 4 أ جـ > 0 فإنه يكون للمعادلة جذران حقيقيان ولنفرض أنهما ل ، م ، ل < م

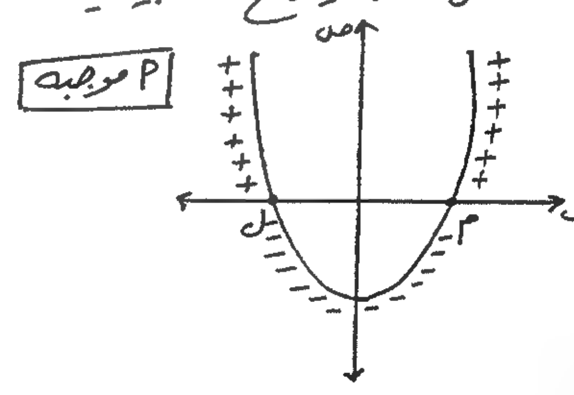
ويكون إشارة الدالة كما يلي :-

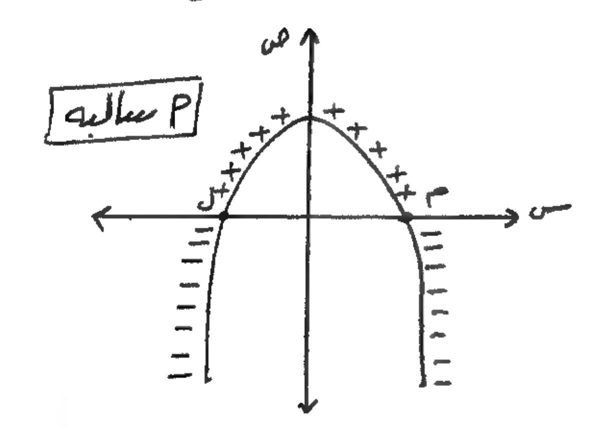
- د(س) مثل إشارة معامل س² عندما س ∈ ح - [ل ، م]
- د(س) عكس إشارة معامل س² عندما س ∈]ل ، م[
- د(س) = 0 عندما س ∈ {ل ، م}

ويمكن أن نعبر عنها كما يلي :-

د(س) | مثل معامل س² | ل (0) | عكس معامل س² | م (0) | مثل معامل س²
س : من ∞ إلى -∞

والشكل المقابل يوضح ذلك بيانياً :-





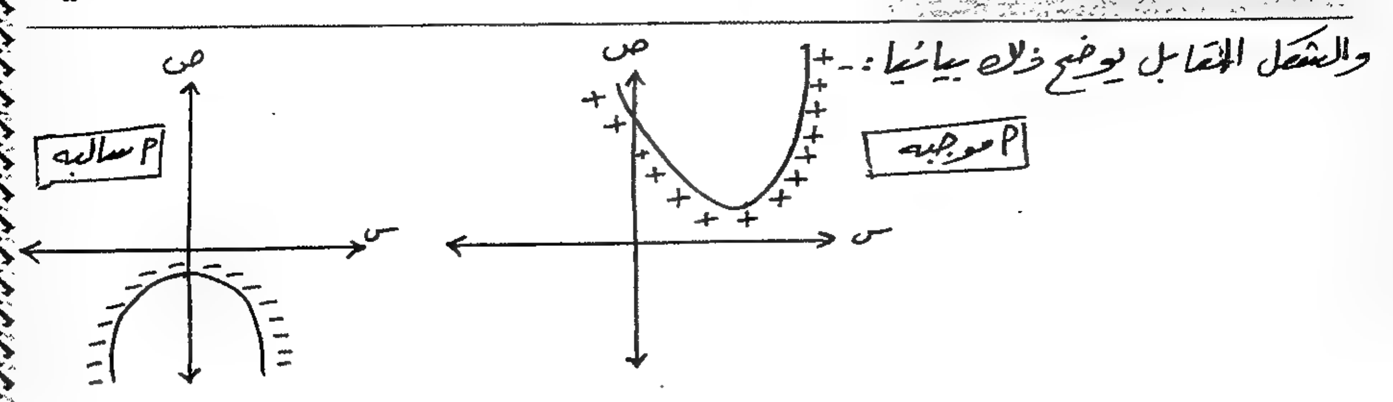
← (2) ب² - 4 أ جـ < 0 فإنه لا توجد جذور حقيقية للمعادلة وتكون إشارة الدالة كما يلي :-

- د(س) مثل إشارة معامل س² لكل س ∈ ح

ويمكن أن نعبر عنها كما يلي :-

د(س) | مثل إشارة معامل س²
س : من ∞ إلى -∞

والشكل المقابل يوضح ذلك بيانياً :-



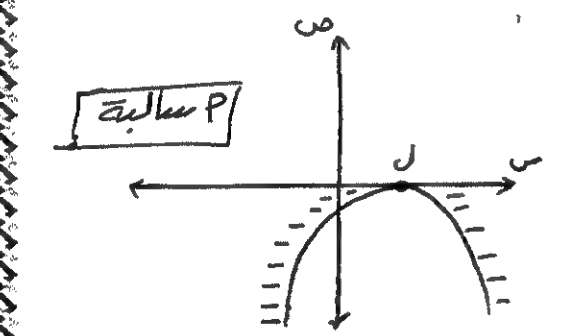
← (٣) $ب^2 - ٤ a ج = ٠$ فإنه يكون للمعادلة جذران متساويان ولنفرض أن كل منهما يساوي ل وبالتالي تكون إشارة الدالة كما يلي :-

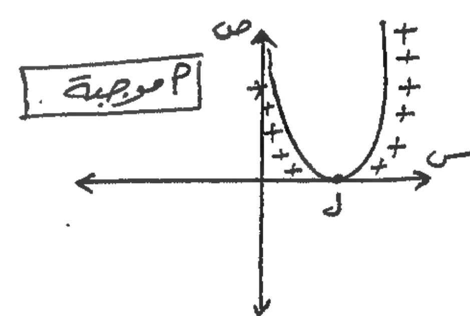
• د(س) مثل إشارة معامل $س^2$ عندما س ∈ ح - {ل} أي س ≠ ل

• د(س) = ٠ عندما س ∈ {ل} أي س = ل

ويمكن أن نعبر عنها كما يلي :-

والشكل المقابل يوضح ذلك بيانياً :-





مثال ② عين إشارة كل من الدوال الآتية :-

(١) $د(س) = س^2 - ٥س + ٤$ ③ $د(س) = س^2 - ٨س + ١٦$

(٢) $د(س) = س^2 - س + ١$

الحل :- (١) $د(س) = س^2 - ٥س + ٤$

a = ١ ، ب = -٥ ، ج = ٤

∵ $ب^2 - ٤ a ج = ٢٥ - ٤ × ١ × ٤ = ٢٥ - ١٦ = ٩ > ٠$

∴ الجذران حقيقيان مختلفان ← نوجدهما وذلك بوضع د(س) = ٠

⇐ $س^{٢}$ − ٥س + ٤ = ٠ ⇐ (س − ٤)(س − ١) = ٠ ⇐ س = ٤ أو س = ١

∴ د(س) تكون موجبة (شكل) عندما س ∈ ح − [١ ، ٤]

د(س) تكون سالبة (عكس) عندما س ∈]١ ، ٤[

د(س) = ٠ عندما س ∈ {١ ، ٤}

وبالتالي تمثيلها على خط الأعداد ←

د(س): + + + + ٠ − − − − − ٠ + + + +
س: ١ ، ٤

---

(٢) د(س) = $س^{٢}$ − س + ١

أ = ١ ، ب = −١ ، جـ = ١

∵ $ب^{٢}$ − ٤أجـ = ١ − ٤×١×١ = ١ − ٤ = −٣ < ٠

∴ المعادلة ليس لها جذور حقيقية

∴ د(س) تكون موجبة لكل س ∈ ح

د(س): + + + + + + + + +
س

---

(٣) د(س) = $س^{٢}$ − ٨س + ١٦

أ = ١ ، ب = −٨ ، جـ = ١٦

∵ $ب^{٢}$ − ٤أجـ = ٦٤ − ٤×١×١٦ = ٦٤ − ٦٤ = صفر

∴ المعادلة لها جذران حقيقيان متساويان نوجدهما وذلك بوضع د(س) = ٠

⇐ $س^{٢}$ − ٨س + ١٦ = ٠ ⇐ (س − ٤)(س − ٤) = ٠ ⇐ س = ٤

∴ د(س) تكون موجبة عندما س ∈ ح − {٤} أي س ≠ ٤

د(س) = ٠ عندما س = ٤

د(س): + + + + + + ٠ + + + + + + +
س: ٤

تدريب: ابحث إشارة كل من الدوال الآتية :-

(١) د(س) = $س^{٢}$ − ٣س − ١٠

(٢) د(س) = ٢س − $س^{٢}$ − ٣

(٣) د(س) = ١٠س − $س^{٢}$ − ٢٥

مثال ④ :- شكل بيانياً د حيث د(س) = س² − ٢س − ٣ ثم عين من الرسم إشارة الدالة

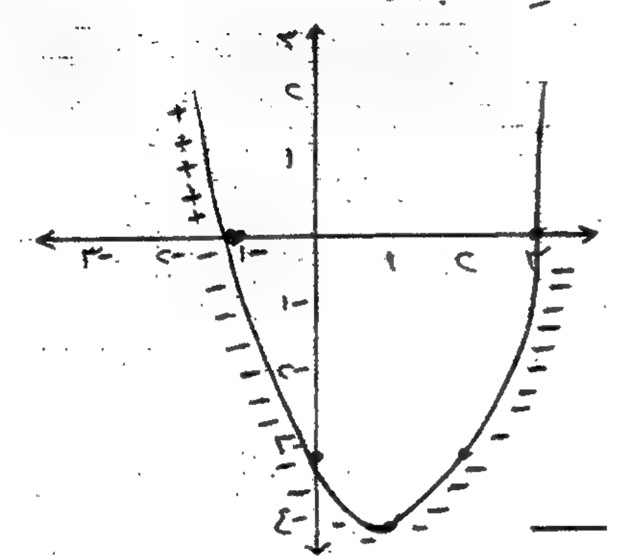
الحل :- يمكن إيجاد نقطة رأس المنحنى طالما لا يوجد فترة للتعويض فيها

الاحداثي السيني = $\frac{-ب}{٢أ}$ = $\frac{٢}{٢×١}$ = 1

الاحداثي الصادي = د($\frac{-ب}{٢أ}$) = د(١) = ١² − ٢×١ − ٣ = ١ − ٢ − ٣ = −٤

∴ نقطة رأس المنحنى هي (١، −٤) نكون عليه جدول كما يلي .

س	−١	٠	①	٢	٣
د(س)	٠	−٣	−٤	−٣	٠



من الرسم نلاحظ أن :-

د(س) موجبة عندما س ∈ ح − [−١، ٣]

د(س) سالبة عندما س ∈]−١، ٣[

د(س) = ٠ عندما س ∈ {−١، ٣}

مثال ⑤ :- اثبت أنه لجميع قيم س ∈ ح يكون جذرا المعادلة ٢س² − ل س + ل − ٣ = ٠ حقيقيين مختلفين .

الحل :- يكون للمعادلة جذرين حقيقيين مختلفين إذا كان المميز = ب² − ٤أج > ٠

أ = ٢
ب = −ل
ج = ل − ٣

∴ ب² − ٤أج = ل² − ٤×٢×(ل − ٣) = ل² − ٨(ل − ٣)

= ل² − ٨ل + ٢٤ = (ل² − ٨ل + ١٦) + ٨

= (ل − ٤)² + ٨ وهذا المقدار موجب دائماً

∴ ب² − ٤أج > ٠ ∴ المعادلة لها جذران حقيقيان مختلفان

---

* تدريب * اثبت أنه لجميع قيم س ∈ ح يكون جذرا المعادلة س² + ٢ل س + ل − ٢ = ٠ حقيقيين مختلفين .

تمارين على " إشارة الدالة "

[1] أكمل ما يأتي :-

(1) الدالة د(س) = -٥ إشارتها ..... في ....

(2) الدالة د(س) = س - ٢ موجبة في الفترة ...... وسالبة في الفترة ....

(3) الدالة د(س) = ٣ - س موجبة في الفترة ...... وسالبة في الفترة ....

(4) الدالة د(س) = س² - ٦س + ٩ موجبة في الفترة ....

(5) الدالة د(س) = -(س - ١)(س + ٢) موجبة في الفترة ......

(6) الدالة د(س) = (٣ - س)² تكون موجبة لجميع قيم س ماعدا ......

(7) الدالة د(س) = - س تكون موجبة في الفترة ......

(8) في الشكل المقابل :- دالة من الدرجة الأولى

د(س) موجبة في الفترة ..... وسالبة في الفترة .....

(9) في الشكل المقابل :- دالة من الدرجة الثانية

د(س) = ٠ عندما س ∈ .....

د(س) > ٠ عندما س ∈ .....

د(س) < ٠ عندما س ∈ .....



[2] ابحث إشارة كل من الدوال الآتية :-

(1) د(س) = ٢   (5) د(س) = ٤ - ٢س   (9) د(س) = ٢س²

(2) د(س) = ٢س   (6) د(س) = ٣ - ½س   (10) د(س) = (س - ٢)(س + ٣)

(3) د(س) = -٣س   (7) د(س) = س² - ٨س + ١٦   (11) د(س) = (٢س - ٣)²

(4) د(س) = ٢س - ٣   (8) د(س) = ١٠س - ٢٥ - ٤س²   (12) د(س) = ١ - س²

[3] (1) ارسم منحنى الدالة د(س) = س² - ٩ في الفترة [-٣، ٤] ومن الرسم ابحث إشارة الدالة

(٢) ارسم منحنى الدالة د(س) = $س^{٢}$ + ٢س + ٢ في الفترة [-٣، ٥] وابحث إشارتها

٤ إذا كانت د(س) = $س^{٢}$ - ٩ ، ر(س) = س - ١ . أوجد الفترات التي تكون فيها د ، ر لهما نفس الإشارة

٥ إذا كانت د(س) = س + ١ ، ر(س) = ١ - $س^{٢}$ عيّن الفترات التي تكون فيها الدالتان موجبتين معًا .

٦ إذا كانت د(س) = س - ٣ ، ر(س) = $س^{٢}$ - ٥س - ٦
وكانت هـ(س) = د(س) • ر(س) . ابحث إشارة هـ(س)

٧ اثبت أنه لجميع قيم ك ∈ ح يكون جذرا المعادلة $س^{٢}$ + ٢ك س + ك - ١ = ٠ حقيقيين مختلفين.

٨ في الفترة من عام ١٩٩٠ إلى ٢٠١٠ كان إنتاج أحد مناجم الذهب مقدرًا بالألف أوقية يتحدد بالدالة د(ن) = ١٢$ن^{٢}$ - ٩٦ن + ٤١٠ حيث ن عدد السنوات ، د(ن) إنتاج الذهب .

أولًا :- ابحث إشارة دالة الإنتاج د .

ثانيًا :- خلال الأعوام من ١٩٩٠ إلى ٢٠١٠ في أي الأعوام كان إنتاج الذهب يتناقص؟

ثالثًا :- خلال الأعوام من ١٩٩٠ إلى ٢٠١٠ في أي الأعوام كان إنتاج الذهب يتزايد؟

(٧) "متباينة الدرجة الثانية في مجهول واحد"

* نعلم أن حل متباينة الدرجة الأولى في مجهول واحد يعني أن نوجد جميع قيم المجهول الذي يحقق هذه المتباينة في صورة فترة .

* حل المتباينة التربيعية :- يعني ايجاد جميع قيم المجهول التي تحقق هذه المتباينة

⇐ خطوات حل متباينة الدرجة الثانية في مجهول واحد :-

(١) نكتب الدالة التربيعية المرتبطة بهذه المتباينة .

(٢) ندرس إشارة الدالة التربيعية ونضعها على خط الأعداد .

(٣) نحدد الفترات التي تحقق المتباينة .

مثال ① :- حل المتباينة س٢ - س - ٦ > ٠ .

الحل :- الدالة التربيعية المرتبطة بالمتباينة هي د(س) = س٢ - س - ٦

نبحث إشارة هذه الدالة كما سبق شرحه في الدرس السابق

نضع د(س) = ٠ ⇐ س٢ - س - ٦ = ٠ (س - ٣)(س + ٢) = ٠

ومنها س = ٣ ، س = -٢ ونلاحظ أن الجذرين حقيقيين مختلفين

∴ د(س) تكون إشارتها كما يلي في الشكل

من الرسم :-

د(س): + + + + ٠ - - - - ٠ + + + +
س: -٢ ، ٣

مجموعة حل المتباينة = ح - [-٢ ، ٣]

أو]-∞ ، -٢[∪]٣ ، ∞[وهذه الفترة هي التي تحقق

مثال ② حل المتباينة (س - ١)٢ ≥ ٥ - ٤(س - ١)

الحل :- (س - ١)٢ ≥ ٥ - ٤(س - ١) ⇐ س٢ - ٢س + ١ ≥ ٥ - ٤س + ٤

∴ $س^2 - 2س + 1 \geq 9 - 4 - 4س \Leftarrow س^2 + 2س - 8 \leq 0$

∴ الدالة التربيعية المرتبطة بالمتباينة هي د(س) = $س^2 + 2س - 8$

∵ $ب^2 - 4أجـ = 4 - 4 \times 1 \times -8 = 4 + 32 = 36 > 0$ "الجذران حقيقيان مختلفان"

بوضع د(س) = 0 $\Leftarrow س^2 + 2س - 8 = 0$ (س + 4)(س − 2) = 0

ومنها س = −4 ، س = 2

∴ د(س) تكون إشارتها كما يلي في الشكل

∴ مجموعة حل المتباينة = [−4 ، 2]

مثال ③ : حل المتباينة $16 - س^2 > 0$

الحل : الدالة المرتبطة بالمتباينة هي د(س) = $16 - س^2$

بوضع د(س) = 0 $\Leftarrow 16 - س^2 = 0 \xLeftarrow{\times -1} س^2 - 16 = 0$ (س − 4)(س + 4) = 0

ومنها س = 4 ، س = −4

∴ د(س) تكون إشارتها كما يلي بالشكل

∴ مجموعة حل المتباينة =]−4 ، 4[

مثال ④ حل المتباينة $-25 - س^2 + 10س > 0$

الحل : ∵ $-25 - س^2 + 10س > 0 \xLeftarrow{\times -1} س^2 - 10س + 25 < 0$

∴ الدالة التربيعية هي د(س) = $س^2 - 10س + 25 = 0$ (س − 5)(س − 5) = 0

ومنها س = 5

∴ د(س) تكون إشارتها كما بالشكل

∴ مجموعة حل المتباينة = ح − {5} .

مثال ⑤ :- حل المتباينة $س^2 + 4 > 0$

الحل :- الدالة التربيعية هي $د(س) = س^2 + 4$

$\because ب^2 - 4أجـ = 0 - 4 \times 1 \times 4 = -16 < 0$ الجذران غير حقيقيان

$\therefore$ د(س) تكون إشارتها كما بالشكل

د(س) / س : + + + + + + + + + + +

$\therefore$ مجموعة حل المتباينة = ح

فكر ما التعديل الذى يجب فعله فى المتباينة السابقة حتى تصبح م.ح = ϕ ؟

تمارين على "متباينة الدرجة الثانية فى مجهول واحد"

① حل المتباينات الآتية

(1) $س^2 + 2س - 8 > 0$

(2) $س^2 - 1 \leq 0$

(3) $7 + س^2 - 4س < 0$

(4) $س^2 - 4س + 4 \geq 0$

(5) $2س - س^2 < 0$

(6) $س^2 \leq 9$

(7) $3س^2 \leq 11س + 4$

(8) $3 - 2س \geq س^2$

(9) $س^2 + 5 \leq 1$

(10) $س(س + 2) - 3 \leq 0$

(11) $(س + 3)^2 < 10 - 3(س + 3)$

(11) $5 - 2س \geq س^2$

(12) $5س^2 + 12س \geq 44$

(13) $س^2 \geq 6س - 9$

(14) $(س - 2)^2 \geq -5$

(15) $(س + 1)^2 > 4(2س - 1)^2$

تمارين عامة

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

(١) مجموعة حل المعادلة س^٢ – ٦ س + ٩ = ٠ في ح هي : ....

أ {-٣} ب {٣} جـ {-٣ ، ٣} د ϕ

(٢) مجموعة حل المعادلة س^٢ + ٤ = ٠ هي : ....

أ {-٢} ب {٢} جـ {-٢ ، ٢} د {-٢ت ، ٢ت}

(٣) أبسط صورة للمقدار (١ – ت)^٤ هو : ....

أ -٤ ب ٤ جـ -٤ ت د ٤ ت

(٤) إذا كان جذرا المعادلة س^٢ – ٤س + ك = ٠ حقيقيين ومختلفين فإن: ....

أ ك < ٤ ب ك > ٤ جـ ك = ٤ د ك ≥ ٤

(٥) إذا كان جذرا المعادلة س^٢ – ١٢س + م = ٠ متساويين فإن م تساوى: ....

أ -٣٦ ب -٦ جـ ٦ د ٣٦

(٦) المعادلة التربيعية التى جذراها ٢ – ٣ت ، ٢ + ٣ت هى : ....

أ س^٢ + ٤س + ١٣ = ٠ ب س^٢ – ٤س + ١٣ = ٠ جـ س^٢ + ٤س – ١٣ = ٠ د س^٢ – ٤س – ١٣ = ٠

(٧) إذا كانت د : [-٢ ، ٤] ⟵ ح حيث د(س) = ٢ – س فإن إشارة الدالة د سالبة في:

أ [-٢ ، ٢[ب [-٢ ، ٢] جـ [٢ ، ٤] د]٢ ، ٤]

(٨) إذا كان أحد جذرى المعادلة س^٢ – (م + ٢) س + ٣ = ٠ معكوسًا جمعيًا للجذر الآخر فإن م تساوى:

أ -٣ ب -٢ جـ ٢ د ٣

(٩) إذا كان أحد جذرى المعادلة ٢ س^٢ + ٧س + ك = ٠ هو المعكوس الضربى للجذر الآخر فإن ك تساوى:

أ -٧ ب -٢ جـ ٢ د ٧

(١٠) مجموعة حل المتباينة س^٢ + س – ٢ < ٠ هى :

أ]-٢ ، ١[ب [-٢ ، ١] جـ ح – [-٢ ، ١] د ح –]-٢ ، ١[

ثانياً : يمثل الشكل المقابل التمثيل البيانى لدالة تربيعية د

(١١) أكمل مايأتى :

أ مدى الدالة د هو ....

ب القيمة العظمى للدالة د = ...

جـ نوع جذرى المعادلة د (س) = ٠ ....

د مجموعة حل المعادلة د(س) = ٠ هى ....

هـ د(س) > ٠ عندما س ∈ ....

و د(س) < ٠ عندما س ∈ ....

ز د(س) = ٠ عندما س = ...

تمارين عامة

١٢ اكتب قاعدة الدالة التى تمر بالنقاط (−٣، ٠) ، (٢، ٠) ، (٢، ١)

....

١٣ تفكير ناقد :

أ اكتب نقاط تقاطع منحنى الدوال التى قاعدتها ص = $س^٢$ ، ص = س

....

ب اكتب نقاط تقاطع منحنى الدوال التى قاعدتها ص = − $س^٢$، ص = − س ماذا تلاحظ ؟ فسر إجابتك.

....

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية

١٤ بين نوع جذرى كل معادلة مما يأتى، ثم أوجد مجموعة حل كل معادلة.

أ $س^٢$ − ٢س = ٠ ب $(س − ١)^٢$ = ٤ جـ $س^٢$ − ٦س + ٩ = ٠

د $س^٢$ + ٣س − ٢٨ = ٠ هـ ٦س (س − ١) = ٦ − س

١٥ حل المعادلات الآتية باستخدام القانون العام مقربًا الناتج لأقرب رقمين عشريين.

أ $س^٢$ + ٤س + ٢ = ٠ ب $س^٢$ − ٣(س − ٢) = ٥

١٦ أوجد مجموعة حل المعادلات الآتية فى مجموعة الأعداد المركبة .

أ $س^٢$ + ٩ = ٠ ب $س^٢$ + ٢س + ٢ = ٠ جـ $س^٢$ + ٤س + ٥ = ٠

١٧ أوجد قيمة أ، ب فى كل مما يأتى :

أ (٧ − ٣ت) − (٢ + ت) = أ + ب ت ب (٢ − ٥ت)(٣ + ت) = أ + ب ت

جـ $\frac{١٠}{٢ + ت}$ = أ + ب ت د $\frac{٦ − ٤ت}{١ − ت}$ = أ + ب ت

١٨ أوجد قيمة م فى كل مما يأتى :

أ إذا كان جذرا المعادلة ٢$س^٢$ + م س + ١٨ = ٠ متساويين ....

ب إذا كان أحد جذرى المعادلة $س^٢$ + ٣ س + ك = ٠ ضعف الجذر الآخر ....

١٩ ابحث إشارة الدالة د فى كل مما يأتى :

أ د(س) = $س^٢$ − ٢ س − ٨ ب د(س) = ٤ − ٣س − $س^٢$

٢٠ أوجد مجموعة الحل لكل من المتباينات الآتية :

أ $س^٢$ − س − ١٢ < ٠ ب $س^٢$ − ٧س + ١٠ ⩾ ٠

اختبار الوحدة

أولا: الاختيار من متعدد:

١ مجموعة حل المعادلة $س^٢ - ٤س = -٤$ في ح هي: ....

أ {-٢}   ب {٢}   جـ {-٢، ٢}   د ϕ

٢ حل المتباينة $س^٢ + ٩ > ٦س$ في ح هي: ....

أ ح   ب ح - {٣}   جـ]-٣، ٣[د ح - [-٣، ٣]

٣ جذرا المعادلة $٢س^٢ - ٥س + ٣ = ٠$ ....

أ حقيقيان متساويان   ب حقيقيان مختلفان   جـ مركبان   د مركبان و مترافقان

٤ المعادلة التربيعية التي جذراها (١ + ت)، (١ - ت) هي: ....

أ $س^٢ - ٢س + ٢ = ٠$ ب $س^٢ + ٢س - ٢ = ٠$ جـ $س^٢ + ٢س + ٢ = ٠$ د $س^٢ - ٢س - ٢ = ٠$

ثانيًا: أجب عن الأسئلة الآتية

٥ إذا كان $(أ + ٣)س^٢ + (٢ - أ) س + ٤ = ٠$ فأوجد قيمة أ في كل من الحالات الآتية:

أ أحد جذري المعادلة معكوس جمعي للجذر الآخر.

....

ب مجموع جذري المعادلة يساوي ٦.

....

٦ أ إذا كان $\frac{٢}{ل}$، $\frac{٢}{م}$ هما جذرا المعادلة $س^٢ - ٦س + ٤ = ٠$ فأوجد المعادلة التي جذراها ل، م.

....

ب ابحث إشارة الدالة د، حيث $د(س) = ٨ - ٢س - س^٢$

....

٧ أ أثبت أن جذري المعادلة $س^٢ + ٣ = ٥س$ حقيقيان مختلفان، ثم أوجد مجموعة حل المعادلة في ح مقربًا الناتج لأقرب ثلاثة أرقام عشرية.

....

ب أوجد حل المتباينة: $س^٢ - ٥س - ١٤ \leqslant ٠$.

....

٨ تطبيقات فيزيائية: أُطلق صاروخ رأسيًا إلى أعلى بسرعة ٩٨ مترًا/ثانية، إذا كانت العلاقة بين المسافة المقطوعة ف بالمتر والزمن ن بالثانية تعطى بالعلاقة: $ف = ٩٨ ن - ٤,٩ ن^٢$ فأوجد:

أ المسافة التي يقطعها الصاروخ في ثانيتين. ....

ب الزمن الذي يستغرقه الصاروخ حتى يقطع مسافة ٤٧٠,٤ مترًا. بما تفسر وجود إجابتين؟

اختبار تراكمي

١ أوجد قيمة ك التى تجعل للمعادلة ٣س^2 + ٤س + ك = ٠ جذرين :

أ حقيقيين متساويين ....

ب حقيقيين مختلفين ....

ج مركبين ....

٢ أوجد قيمة ك التى تجعل:

أ أحد جذرى المعادلة س^2 − ك س + ك + ٢ = ٠ ضعف الجذر الآخر. ....

ب أحد جذرى المعادلة س^2 − ك س + ٨ = ٠ يزيد عن الجذر الآخر بمقدار ٢. ....

ج أحد جذرى المعادلة س^2 − ك س + ٣ = ٠ يزيد عن المعكوس الضربى للجذر الآخر بمقدار ١.

٣ إذا كان ل، م جذرى المعادلة س^2 − ٣س + ٢ = ٠ فأوجد معادلة الدرجة الثانية التى جذراها :

أ ٣ ل، ٣ م ب ل + ١، م + ١ ج $\frac{1}{ل}$، $\frac{1}{م}$ د ل + م، ل م

....

٤ إذا كان $\frac{1}{ل}$، $\frac{1}{م}$ هما جذرا المعادلة ٦س^2 − ٥ س + ١ = ٠ فكون المعادلة التربيعية التى جذراها ل، م.

....

٥ ارسم منحنى الدالةد، حيث د(س) = س^2 − ٤ فى الفترة [−٣، ٣] ومن الرسم عين إشارة د فى هذه الفترة.

٦ ارسم منحنى الدالة د، حيث د(س) = ٦ − ٥س − ٤س^2 فى الفترة [−٣، ٢] ومن الرسم عين إشارة د فى هذه الفترة.

٧ أوجد مجموعة الحل للمتباينات التربيعية الآتية:

أ س^2 + ٤ س + ٤ > ٠ ب س^2 − ٦ س > −٥ ج (س − ٢)^2 ⩽ −٩

....

د ٣ − ٢س ⩽ س^2 هـ س^2 ⩽ ١٠س − ٢٥ و ٢س^2 − ٧س ⩽ ١٥

....

٨ أعمال تجارية: إذا كان عدد الوحدات المنتجة والمباعة من سلعة معينة فى الأسبوع هى س مليون وحدة وكان سعر بيع الوحدة هو ع حيث ع = ٢ − س، إذا كانت التكاليف الكلية اللازمة لإنتاج س مليون وحدة فى الأسبوع تعطى بالعلاقة ت = (٣,٠ + ٥,٠س) مليون وحدة فأوجد :

أ دالة الإيراد الكلى (ى) ....

ب دالة الربح (ر) ....

ج أوجد س عند مستوى ربح ٢,٠ مليون جنيه. ....

٩ إذا كانت أ = ١ + $\sqrt{٣}$ ت ، ب = −١ − ت، جـ = −٢ − $\sqrt{٣}$ + ت فأثبت أن: جـ − ب = (أ − ب)ت

الإبداع

في الرياضيات

ثانيا:

حساب المثلثات

الوحدة الثانية

١) الزاوية الموجهة
٢) القياس الستيني والقياس الدائري للزاوية
٣) الدوال المثلثية
٤) الزوايا المنتسبة
٥) التمثيل البياني للدوال المثلثية
٦) إيجاد قياس زاوية بمعلومية احدي نسبها المثلثية

تمارين عامة علي الوحدة

اختبار الوحدة

(١) " الزاوية الموجهة "

نعلم أنه :- الزاوية هي اتحاد شعاعين لهما نفس نقطة البداية .

* من الشكل المقابل :- تسمى النقطة ب رأس الزاوية

والشعاعين $\overrightarrow{بأ}$ ، $\overrightarrow{بجـ}$ ضلعا الزاوية

أى أنه $\overrightarrow{بأ} \cup \overrightarrow{بجـ}$ = ∠أ ب جـ . وعليه تقرأ أيضاً ∠جـ ب أ

⟸ القياس الستيني للزاوية :-

وأساسه تقسيم الدائرة إلى ٣٦٠ قوساً متساوية في الطول وعليه يكون أى زاوية مركزية يحصرها بنهايتي هذا القوس يكون قياسه درجة واحدة (١°)

⟵ اجزاء الدرجة هي :- الدقيقة (١َ) ، الثانية (١ً)

بحيث ١° = ٦٠َ ، ١َ = ٦٠ً

---

* الزاوية الموجهة :-

إذا أخذنا في الاعتبار ترتيب ضلعي الزاوية بحيث يكون إحداهما هو الضلع الإبتدائي والآخر هو الضلع النهائي في هذه الحالة تكتب الزاوية على هيئة زوج مرتب مسقطه الأول هو الضلع الابتدائي ومسقطه الثاني هو الضلع النهائي .

* من الشكل المقابل :-

($\overrightarrow{بأ}$ ، $\overrightarrow{بجـ}$)

وتقرأ ∠أ ب جـ الموجهة

($\overrightarrow{بجـ}$ ، $\overrightarrow{بأ}$)

وتقرأ ∠جـ ب أ الموجهة

لاحظ أنه : ($\overrightarrow{بأ}$ ، $\overrightarrow{بجـ}$) ≠ ($\overrightarrow{بجـ}$ ، $\overrightarrow{بأ}$) وبالتالي ∠أ ب جـ الموجهة ≠ ∠جـ ب أ الموجهة

*تعريف :- الزاوية الموجهة :- هي زوج مرتب من أحاد شعاعين لهما نفس نقطة البداية حيث يسمى الشعاعين ضلعي الزاوية ، نقطة البداية هي رأس الزاوية .

---

* الوضع القياسي للزاوية الموجهة :- تكون الزاوية الموجهة في وضعها القياسي إذا كان :-

(١) رأسها نقطة الأصل لنظام إحداثي متعامد

(٢) ضلعها الإبتدائي ينطبق على الاتجاه الموجب لمحور السينات

* في الشكل المقابل :- ∠ أ و ب زاوية موجهة في الوضع القياسي .

---

* القياس الموجب والقياس السالب للزاوية الموجهة :-

(I) يكون قياس الزاوية الموجهة موجبًا إذا كان الإتجاه من الضلع الإبتدائي إلى الضلع النهائي في عكس اتجاه دوران عقارب الساعة .

(II) يكون قياس الزاوية الموجهة سالبًا إذا كان الإتجاه من الضلع الإبتدائي إلى الضلع النهائي مع اتجاه دوران عقارب الساعة .

* في الشكل المقابل :-

∠ أ و ب = (و أ ، و ب)

قياسها موجب لأن الدوران من الضلع الإبتدائي إلى النهائي عكس اتجاه حركة عقارب الساعة

∠ ب و أ = (و ب ، و أ)

قياسها سالب لأن الدوران من الضلع الابتدائي إلى النهائي مع اتجاه حركة عقارب الساعة

"ملاحظات هامة"

(١) كل زاوية موجهة في الوضع القياسي قياسان إحداهما موجب والآخر سالب بحيث يكون مجموع القيمة المطلقة لكل منهما = ٣٦٠° .

(٢) إذا كان (θ) هو القياس الموجب لزاوية موجهة فإن القياس السالب لها هو (θ - ٣٦٠°)

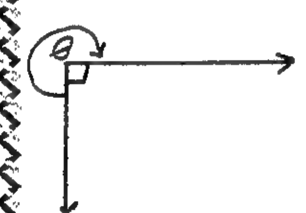
وإذا كان (-θ) هو القياس السالب لزاوية موجهة فإن القياس الموجب لها هو (-θ + ٣٦٠°)

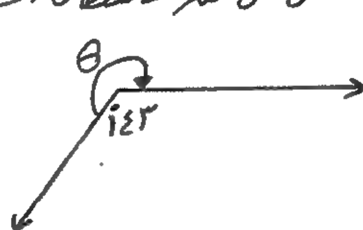
مثلاً :- • إذا كان قياس الزاوية = ٣٢٠° فإن القياس السالب لها = ٣٢٠° - ٣٦٠° = -٤٠°

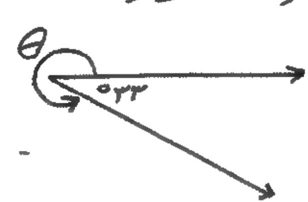
• إذا كان قياس الزاوية = -٣٠٠° فإن القياس الموجب لها = -٣٠٠° + ٣٦٠° = ٦٠°

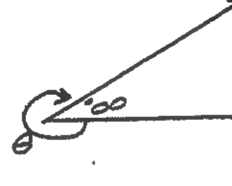
---

* تدريب * أوجد قياس الزاوية θ الموجهة في كل من الأشكال الآتية :-









---

* موقع الزاوية في المستوى الإحداثي المتعامد :-

في الشكل المقابل :- يُقسّم المستوى إلى أربعة أرباع .

ص ٩٠° ، س ٠° ، ٣٦٠° ، ١٨٠° ، ٢٧٠°
الربع الأول ، الربع الثاني ، الربع الثالث ، الربع الرابع

(١) الربع الأول :-

$٠° < θ < ٩٠°$

$θ \in]٠ ، ٩٠°[$

(٢) الربع الثاني :-

$٩٠° < θ < ١٨٠°$

$θ \in]٩٠° ، ١٨٠°[$

(٣) الربع الثالث :-

$١٨٠° < θ < ٢٧٠°$

$θ \in]١٨٠° ، ٢٧٠°[$

(٤) الربع الرابع :-

$٢٧٠° < θ < ٣٦٠°$

$θ \in]٢٧٠° ، ٣٦٠°[$

"ملحوظة" إذا وقع الضلع النهائي لزاوية على أحد محوري الإحداثيات تسمى الزاوية في هذه الحالة بالزاوية الربعية وهذه الزوايا هي: 0° ، 90° ، 180° ، 270° ، 360°

مثال ① :- عين الربع الذي تقع فيه كل من الزوايا الآتية :-

48° ، 217° ، 135° ، 295° ، 270°

الحل :-
* $48^\circ \Leftarrow 0^\circ < 48^\circ < 90^\circ$ ∴ 48° تقع في الربع الأول
* $217^\circ \Leftarrow 180^\circ < 217^\circ < 270^\circ$ ∴ 217° تقع في الربع الثالث
* $135^\circ \Leftarrow 90^\circ < 135^\circ < 180^\circ$ ∴ 135° تقع في الربع الثاني
* $295^\circ \Leftarrow 270^\circ < 295^\circ < 360^\circ$ ∴ 295° تقع في الربع الرابع
* 270° ← زاوية ربعية

تدريب : عين الربع الذي تقع فيه كل من الزوايا الآتية :-

88° ، 152° ، 180° ، 300° ، 190°

---

* **الزوايا المتكافئة** :- عند رسم زاوية موجهة (θ°) في الوضع القياسي فإن جميع الزوايا التي قياسها $\theta \pm 1 \times 360^\circ$ أو $\theta \pm 2 \times 360^\circ$ ، ..... أو $\theta \pm n \times 360^\circ$ حيث $n \in \mathbb{Z}$ يكون لها نفس الضلع النهائي وتسمى زوايا متكافئة

أي أن :- الزوايا المتكافئة: هي الزوايا الموجهة في الوضع القياسي التي لها نفس الضلع النهائي وبالتالي :- أي زاوية لها عدد لا نهائي من الزوايا المتكافئة لها ونحصل عليها بجمع أو طرح 360° من الزاوية أو مضاعفات 360°.

فمثلا :- الزاوية التي قياسها 120° تكافئ زاوية قياسها $= 120^\circ + 360^\circ = 480^\circ$

وأيضا تكافئ زاوية قياسها $= 120^\circ - 360^\circ = -240^\circ$

وأيضا تكافئ زاوية قياسها $= 120 + 2 \times 360 = 840^\circ$ وهكذا ....

تدريب أوجد قياس زاويتان أحدهما بقياس موجب والأخرى بقياس سالب تكافئ كل من الزوايا الآتية (مشتركة معها في الضلع النهائي).

ب) $50°$ ، $-125°$ ، $-240°$ ، $-180°$

مثال ② :- عين أصغر قياس موجب لكل من الزوايا الآتية :-

1) $-62°$ ، 2) $-225°$ ، 3) $530°$ ، 4) $-790°$

الحل :- 1) أصغر قياس موجب $= -62 + 360 = 298°$.

2) أصغر قياس موجب $= -225 + 360 = 135°$.

3) أصغر قياس موجب $= 530 - 360 = 170°$.

4) أصغر قياس موجب $= -790 + 360 \times 3 = 290°$.

مثال ③ :- عين الربع الذي تقع فيه كل زاوية مما يأتي

1) $875°$　　2) $-1090°$

الحل :- 1) ∵ $875 \notin [0, 360[$ ← نأتي بأصغر قياس موجب مكافئ لها.

$875 - 360 \times 2 = 155°$　　∴ $875°$ تكافئ $155°$

∵ الزاوية $155°$ تقع في الربع الثاني　　∴ الزاوية $875°$ تقع أيضاً في الربع الثاني.

2) ∵ $-1090° \notin [0, 360[$ ← نأتي بأصغر قياس موجب مكافئ لها.

$-1090 + 360 \times 4 = 350°$　　∴ الزاوية $-1090°$ تكافئ $350°$

∵ الزاوية 350 تقع في الربع الرابع　　∴ الزاوية $-1090°$ تقع أيضاً في الربع الرابع.

تدريب عين الربع الذي تقع فيه كل زاوية مما يأتي

1) $550°$　　2) $-2230°$

تمارين على الزاوية الموجهة

[1] أكمل ما يأتي :-

(١) تكون الزاوية الموجهة في الوضع القياسي إذا كان ....

(٢) يقال للزاوية الموجهة في الوضع القياسي أنها متكافئة إذا كان ....

(٣) إذا وقع الضلع النهائي لزاوية موجهة على أحد محوري الإحداثيات تسمى الزاوية .....

(٤) إذا كان θ قياس زاوية موجهة ، $n \in \mathbb{Z}$ فإن الزوايا ($\theta \pm n \times 360$) تسمى ......

(٥) الزاوية التي قياسها °٧٠ تقع في الربع .....

(٦) الزاوية التي قياسها ...٥° تقع في الربع .....

(٧) أصغر قياس موجب للزاوية التي قياسها -٣٠٠° يساوي ......°

(٨) أكبر قياس سالب للزاوية التي قياسها °١٧٠ يساوي ......°

[2] عين أصغر قياس موجب لكل من الزوايا الآتية ثم عين الربع الذي تقع فيه كل زاوية :-

(١) -٥٦° (٢) -١٥٠° (٥) $\frac{\pi}{5}$ ، $\frac{11\pi}{3}$

(٢) ٤١٥° (٣) -٧٨٠° (٦) $-\frac{\pi}{18}$ ، ٥٩٠°

[3] أوجد قياس زاويتين أحدهما موجب والآخر سالب مشتركين في الضلع النهائي لكل منهما :-

(١) $\frac{\pi}{10}$ (٢) -٢٥٠° (٣) -٤٢٠°

[4] جميع الزوايا الآتية تكافئ الزاوية ٧٥ في الوضع القياسي ماعدا الإجابة .....

أ) -٢٨٥ ب) -٦٤٥ ج) ٢٨٥ د) ٤٣٥

[5] يدور أحد لاعبي الجمباز على جهاز الألعاب بزاوية قياسها ٢٠٠°

ارسم هذه الزاوية في الوضع القياسي .

(٢) "القياس الستيني والقياس الدائري للزاوية"

* **القياس الدائري للزاوية :-**

واساسه تقسيم الدائرة إلى (٢π) قوسًا متساوية في الطول وتسمى وحدة القياس (الزاوية النصف قطرية) ويرمز له بالرمز ($١^د$) ويقرأ واحد دائري "راديان"

⇐ **تعريف :-**

القياس الدائري لزاوية مركزية في دائرة ($\theta^د$) تحصر قوسًا طوله (ل) من دائرة طول نصف قطرها (نق) يكون على الصورة :-

$\theta^د = \frac{ل}{نق}$ ومنه ⇐ * $ل = \theta^د \times نق$

* $نق = \frac{ل}{\theta^د}$

⇐ **الزاوية النصف قطرية :-** هي الزاوية المركزية في دائرة والتي تحصر قوسًا طوله يساوي طول نصف قطر الدائرة أي $ل = نق$ وبالتالي يكون $\theta^د = ١$

مثال :- الزاوية المركزية التي تحصر قوسًا طوله يساوي ضعف طول نصف قطر هذه الدائرة يكون قياسها = ...^{د}

الحل :- ∵ $\theta^د = \frac{ل}{نق}$ ∵ $ل = ٢نق$ ⇐ $\theta^د = \frac{٢نق}{نق} = ٢^د$ #

مثال :- اذا كان القياس الدائري لزاوية مركزية = $٠٫٥^د$ فإن هذه الزاوية تحصر قوسًا في دائرة = ... طول نصف قطر هذه الدائرة .

الحل :- ∵ $ل = \theta^د \times نق$ ⇐ $ل = \frac{١}{٢} نق$ #

مثال ①:- زاوية مركزية في دائرة طول نصف قطرها ١٥سم تحصر قوس طوله ٢٥سم أوجد قياسها بالتقدير الدائري

الحل :- ∵ $\theta^د = \frac{ل}{نق}$ ⇐ $\theta^د = \frac{٢٥}{١٥} = ١٫٦٧^د$

مثال ② :- زاوية مركزية قياسها ٣و١ أ تحصر قوساً طوله ١٣سم . أوجد طول قطر الدائرة ومساحة الدائرة ومحيطها لأقرب جزء من عشرة.

الحل :- ∵ θ° = ٣و١ أ ، ل = ١٣سم

∴ نق = $\frac{ل}{\theta^{\circ}}$ ⟸ نق = $\frac{١٣}{١٫٣}$ = ١٠سم ∴ طول القطر = ٢ × ١٠ = ٢٠سم

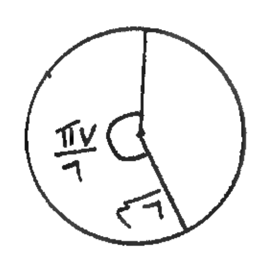
∴ مساحة الدائرة = ط نق^{٢} = $\frac{٢٢}{٧}$ × ١٠^{٢} = ٣١٤٫١٦سم^{٢} .

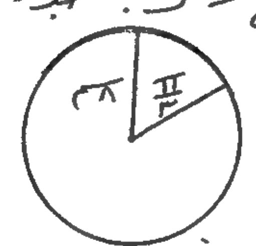
∴ محيط الدائرة = ٢ ط نق = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ١٠ = ٦٢٫٨٣سم .

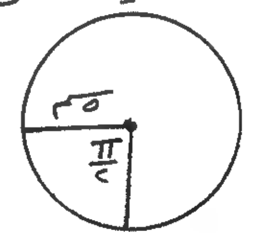
*** تدريب *** (١) زاوية مركزية تحصر قوساً طوله ٢٨سم في دائرة طول قطرها ٢٤سم أوجد قياسها بالتقدير الدائري .

(٢) زاوية مركزية قياسها ٢و١ أ تحصر قوساً طوله ١١سم أوجد طول نصف قطر هذه الدائرة ومساحتها .

مثال ③ :- أوجد طول القوس الذي يحصر الزاوية المعلومة في كل من الدوائر الآتية مقرباً الناتج لأقرب جزء من عشرة .







الحل :- (١) طول القوس = θ° × نق = $\frac{\pi}{٢}$ × ٥ = ٧و٩سم

(٢) طول القوس = θ° × نق = $\frac{\pi}{٣}$ × ٨ = ٨و٤سم

(٣) طول القوس = θ° × نق = $\frac{٧\pi}{٦}$ × ٦ = ٢٢سم

---

* العلاقة بين القياس الستيني والقياس الدائري :-

إذا كان قياس زاوية بالتقدير الدائري = $\theta^{د}$ ، قياسها بالتقدير الستيني = س°

فإن $\frac{س^\circ}{١٨٠^\circ} = \frac{\theta^{د}}{\pi}$ ومنها :- $\theta^{د} = س^\circ \times \frac{ط}{١٨٠^\circ}$ ، $س^\circ = \theta^{د} \times \frac{١٨٠^\circ}{ط}$ "حيث ط = $\frac{٢٢}{٧}$"

"ملاحظات"

(١) $٩٠^\circ = \frac{\pi}{٢}^{د}$ ، $١٨٠^\circ = \pi^{د}$ ، $٢٧٠^\circ = \frac{٣\pi}{٢}^{د}$

(٢) إذا كان طول نصف قطر الدائرة يساوي الواحد فإن الدائرة تسمى "دائرة الوحدة" ويكون $\theta^{د} = ل$.

مثال ④ :- أوجد بالراديان القياس الدائري لأقرب رقمين عشريين للزوايا التي قياسها كالتالي :-

(١) ١٠٥° (٢) $٤٧^\circ\ ٣٦'\ ٥''$

الحل :-

(١) $\theta^{د} = س^\circ \times \frac{ط}{١٨٠^\circ} \Leftarrow \theta^{د} = ١٠٥^\circ \times \frac{ط}{١٨٠^\circ} \simeq ١٫٨٣^{د}$

(٢) $\theta^{د} = س^\circ \times \frac{ط}{١٨٠} \Leftarrow \theta^{د} = ٤٧^\circ\ ٣٦'\ ٥'' \times \frac{ط}{١٨٠} \simeq ٠٫٨٣^{د}$

مثال ⑤ :- أوجد القياس الستيني لكل من الزاويتين الآتيتين

(١) $٣٫٤١^{د}$ (٢) $٥\frac{١}{٢}^{د}$

الحل :-

(١) ∵ $س^\circ = \theta^{د} \times \frac{١٨٠}{ط} \Leftarrow س^\circ = ٣٫٤١ \times \frac{١٨٠}{ط} = ١٩٥^\circ\ ٢٢'\ ٤٣''$

(٢) ∵ $٥\frac{١}{٢}^{د} = \frac{١١}{٢}^{د}$ "رفع الكسر" $\Leftarrow س^\circ = \frac{١١}{٢} \times \frac{١٨٠}{ط} = ٣١٥^\circ\ ٧'\ ٣٦''$

* تدريب * (١) أوجد القياس الدائري للزاويتين: 83° ، $14^\circ 10'$

* * (٢) أوجد القياس الستيني للزاويتين: $0.57^{ء}$ ، $2.1^{ء}$

"ملحوظة" :-

(١) π بالتقدير الدائري تكافئ 180° بالتقدير الستيني

مثلاً :- $\frac{3}{5}\pi$ تكافئ $\frac{3}{5} \times 180^\circ = 108^\circ$.

1.2π تكافئ $1.2 \times 180^\circ = 216^\circ$.

(٢) إذا علم القياس الستيني لزاوية وطلب تحويلها إلى القياس الدائري بدلالة π

نستخدم القانون $\theta^{ء} = س^\circ \times \frac{ط}{180}$ ولا نعوض عن π .

مثلاً :- 36° تكافئ $36 \times \frac{\pi}{180} = \frac{\pi}{5} = \frac{1}{5}\pi^{ء}$.

135° تكافئ $135 \times \frac{\pi}{180} = \frac{3}{4}\pi^{ء}$.

مثال (٦) :- زاوية مركزية قياسها 80° في دائرة طول نصف قطرها ٥ سم . أوجد طول القوس الذي تحصره لأقرب سم

الحل :- ∵ $س^\circ = 80^\circ$ ، نق = ٥ سم

∴ $\theta^{ء} = س^\circ \times \frac{ط}{180} \Leftarrow \theta^{ء} = 80 \times \frac{ط}{180} = 1.4^{ء}$

∴ ل = $\theta^{ء}$ × نق = $1.4 \times 5 = 7$ سم .

مثال (٧) :- أوجد محيط الدائرة التي بها زاوية محيطية قياسها 30° ويقابلها قوس طوله ٥ سم

الحل :- ∵ قياس الزاوية المحيطية = 30° ∴ قياس الزاوية المركزية = 60°

$\theta^{ء} = 60 \times \frac{ط}{180} = \frac{1}{3}\pi^{ء}$

∴ نق = $\frac{ل}{هـ}$ ⇐ نق = $\frac{5}{\frac{1}{3}\pi}$ = $\frac{15}{\pi}$ سم

∴ محيط الدائرة = 2 ط نق = $2 \times \pi \times \frac{15}{\pi}$ = 30 سم

مثال ⑧ :- زاويتان مجموع قياسيهما الدائري $3\frac{1}{7}$ د والفرق بينهما قياسها 30°

أوجد قياس كل منهما بالتقدير الدائري والستيني ($\pi = \frac{22}{7}$)

الحل :-

∵ $3\frac{1}{7}$ د = $\frac{22}{7}$ د ⇐ س° = $\frac{22}{7} \times \frac{180}{\pi}$ = 180°

نفرض أن الزاويتان هما س ، ص ، س > ص

∴ س + ص = 180° (بالجمع)

س − ص = 30°

⇐ 2ص = 210° ⇐ (÷ 2) ⇐ س = 105°

بالتعويض في المعادلة الأولى ⇐ 105° + ص = 180° ⇐ ص = 75°

∴ ق (س) بالدائري = $105 \times \frac{ط}{180}$ = 1,83 د .

∴ ق (ص) بالدائري = $75 \times \frac{ط}{180}$ = 1,31 د .

مثال ⑨ من الشكل المقابل :- $\overleftrightarrow{أب}$ ، $\overleftrightarrow{أجـ}$ مماسان للدائرة م

م أ = 12 سم فأوجد طول القوس ب جـ الأكبر

إذا علم أن طول نصف قطر الدائرة م = 6 سم

الحل :-

∵ $\overleftrightarrow{أب}$ ، $\overleftrightarrow{أجـ}$ مماسان للدائرة م ∴ $\overleftrightarrow{أب} \perp \overline{م ب}$ ، $\overleftrightarrow{أجـ} \perp \overline{م جـ}$

، ق (∠ ب أ م) = ق (∠ جـ أ م)

∵ م جـ = $\frac{1}{2}$ أ م ∴ ق (∠ جـ أ م) = 30° "مثلث ثلاثيني ستيني"

∴ ق(∠ب م جـ) $= 2 \times 30° = 60°$

∴ ق(∠ب م جـ) $= 360° - (90° + 90° + 60°) = 120°$

∴ ق(∠ب م جـ) المنعكسة $= 360° - 120° = 240°$

∴ $\theta^{ر} = س° \times \frac{ط}{180} = 240° \times \frac{ط}{180} = \frac{4}{3}ط \simeq 4,19^{ر}$

∴ ل $= \theta^{ر} \times$ نق ⇐ ل $= 4,19 \times 6 \simeq 25$ سم ⇐ طول بجـ الأكبر $\simeq 25$ سم.

مثال (١٠): قمر صناعي يدور حول الأرض في مسار دائري دورة كاملة كل ٣ ساعات وإذا كان طول نصف قطر الأرض يبلغ تقريبًا ٦٤٠٠ كم وبعد القمر عن سطح الأرض ٣٦٠٠ كم أوجد المسافة التي يقطعها القمر خلال ساعة واحدة مقربًا الناتج لأقرب كم.

م — جـ — أ

الأرض

مسار القمر حول الأرض

الحل:

∵ طول نصف قطر دائرة مسار القمر = م أ

∴ م أ = م جـ + جـ أ $= 6400 + 3600 = 10000$ كم

∵ القمر يقطع المسار الدائري "دورة كاملة" في ٣ ساعات
وهذا يقابل زاوية مركزية $360°$ $(2ط^{ر})$

∴ القمر يقطع قوسًا طوله $\frac{1}{3}$ محيط الدائرة في الساعة الواحدة
وهذا يقابل زاوية مركزية $120°$ $(\frac{2ط}{3})^{ر}$

∴ ل $= \theta^{ر} \times$ نق ⇐ ل $= \frac{2ط}{3} \times 10000 \simeq 20944$ كم

*** تدريب *** يدور أحد لاعبي الجمباز على جهاز الألعاب بزاوية قياسها $200°$
ارسم هذه الزاوية في الوضع القياسي وأوجد قياسها بالتقدير الدائري.

تمارين على " وحدة قياس الزاوية "

أولاً : اختيار من متعدد:

(١) الزاوية التى قياسها ٦٠° فى الوضع القياسى تكافئ الزاوية التى قياسها: ....

أ ١٢٠° ب ٢٤٠° جـ ٣٠٠° د ٤٢٠°

(٢) الزاوية التى قياسها $\frac{٣١\pi}{٦}$ تقع فى الربع: ....

أ الأول ب الثانى جـ الثالث د الرابع

(٣) الزاوية التى قياسها $\frac{-٩\pi}{٤}$ تقع فى الربع: ....

أ الأول ب الثانى جـ الثالث د الرابع

(٤) إذا كان مجموع قياسات زوايا أى مضلع منتظم تساوى ١٨٠°(ن – ٢) حيث ن عدد الأضلاع، فإن قياس زاوية المخمس المنتظم بالقياس الدائرى تساوى: ....

أ $\frac{\pi}{٣}$ ب $\frac{٧\pi}{٢}$ جـ $\frac{٣\pi}{٥}$ د $\frac{٢\pi}{٣}$

(٥) الزاوية التى قياسها $\frac{٧\pi}{٣}$ قياسها الستينى يساوى: ....

أ ١٠٥° ب ٢١٠° جـ ٤٢٠° د ٨٤٠°

(٦) إذا كان القياس الستينى لزاوية هو ٤٨َ ٦٤° فإن قياسها الدائرى يساوى: ....

أ ٠,١٨ء ب ٠,٣٦ء جـ ٠,١٨π د ٠,٣٦π

(٧) طول القوس فى دائرة طول قطرها ٢٤ سم ويقابل زاوية مركزية قياسها ٣٠° يساوى: ....

أ ٢π سم ب ٣π سم جـ ٤π سم د ٥π سم

(٨) القوس الذى طوله ٥πسم فى دائرة طول نصف قطرها ١٥سم يقابل زاوية مركزية قياسها يساوى: ....

أ ٣٠° ب ٦٠° جـ ٩٠° د ١٨٠°

(٩) إذا كان قياس إحدى زاويا مثلث ٧٥° وقياس زاوية أخرى فيه $\frac{\pi}{٤}$ فإن القياس الدائرى للزاوية الثالثة يساوى: ....

أ $\frac{\pi}{٦}$ ب $\frac{\pi}{٤}$ جـ $\frac{\pi}{٣}$ د $\frac{٥\pi}{١٢}$

ثانيا: أجب عن الأسئلة الآتية:

١٠ أوجد بدلالة π القياس الدائرى للزوايا التى قياساتها كالآتى:

أ ٢٢٥° ....　　ب ٢٤٠° ....

جـ -١٣٥° ....　　د ٣٠٠° ....

هـ ٣٩٠° ....　　و ٧٨٠° ....

١١ أوجد بالراديان القياس الدائرى للزوايا التى قياساتها كالآتى، مقربًا الناتج لثلاثة أرقام عشرية:

أ ٥٦,٦°　　ب ٢٥° ١٨َ　　جـ ١٦٠° ٥٠َ ٤٨ًَ

....　　............　　............

١٢ أوجد القياس الستينى للزوايا التى قياساتها كالآتى، مقربًا الناتج لأقرب ثانية:

أ ٠,٤٩ ء　　ب ٢,٢٧ ء　　جـ $3\frac{1}{2}$ ء

....　　............　　............

١٣ إذا كانت θ زاوية مركزية فى دائرة طول نصف قطرها نق وتحصر قوسًا طوله ل :

أ إذا كان نق = ٢٠ سم، θ = ٧٨° ١٥َ ٢٠ً أوجد ل. .... (لأقرب جزء من عشرة)

ب إذا كان ل = ٢٧,٣ سم، θ = ٧٨° ٠َ ٢٤ً أوجد نق. .... (لأقرب جزء من عشرة)

١٤ زاوية مركزية قياسها ١٥٠° وتحصر قوسًا طوله ١١ سم، احسب طول نصف قطر دائرتها (لأقرب جزء من عشرة)

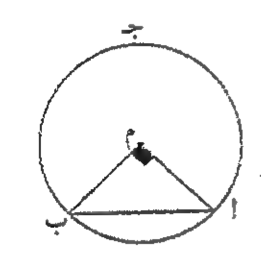
....

١٥ أوجد القياس الدائرى والقياس الستينى للزاوية المركزية التى تقابل قوسًا طوله ٨,٧ سم فى دائرة طول نصف قطرها ٤ سم. ....

١٦ الربط بالهندسة: مثلث قياس إحدى زواياه ٦٠° وقياس زاوية أخرى منه يساوى $\frac{\pi}{4}$ أوجد القياس الدائرى والقياس الستينى لزاويته الثالثة. ....

١٧ الربط بالهندسة: دائرة طول نصف قطرها ٤ سم، رسمت ∠ أ ب جـ المحيطية التى قياسها ٣٠° أوجد طول القوس الأصغر $\overset{\frown}{أجـ}$ ....

١٨ الربط بالهندسية: فى الشكل المقابل إذا كان مساحة المثلث م أ ب القائم الزاوية فى م = ٣٢ سم² فأوجد محيط الشكل مقربًا الناتج لأقرب رقمين عشريين ....



(١٩) الربط بالهندسة: $\overline{أب}$ قطر في دائرة طوله ٢٤ سم، رسم الوتر $\overline{أجـ}$ بحيث كان ق(∠ب أجـ) = ٥٠°
أوجد طول القوس الأصغر $\overset{\frown}{أجـ}$ مقربًا الناتج لأقرب رقمين عشريين. ....

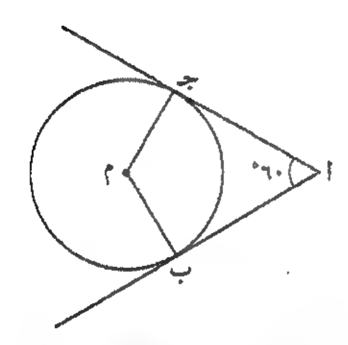
(٢٠) مسافات: كم المسافة التي تقطعها نقطة على طرف عقرب الدقائق خلال ١٠ دقائق إذا كان طول هذا العقرب ٦ سم؟

....

(٢١) فلك: قمر صناعي يدور حول الأرض في مسار دائري دورة كاملة كل ٦ ساعات، فإذا كان طول نصف قطر مساره عن مركز الأرض ٩٠٠٠ كم، فأوجد سرعته بالكيلومتر في الساعة.

....

(٢٢) الربط بالهندسة: في الشكل المقابل:




$\overline{أب}$، $\overline{أجـ}$ مماسان للدائرة م، ق(∠ جـأب) = ٦٠°، أب = ١٢ سم.
أوجد لأقرب عدد صحيح طول القوس الأكبر $\overset{\frown}{ب جـ}$.

....

(٢٣) الربط بالزمن: تستخدم المزولة الشمسية لتحديد الوقت أثناء النهار من خلال طول الظل الذي يسقط على سطح مدرج لإظهار الساعة وأجزائها، فإذا كان الظل يدور على القرص بمعدل ١٥° لكل ساعة.

أ أوجد قياس الزاوية بالراديان التي يدور الظل عنها بعد مرور ٤ ساعات.

....

ب بعد كم ساعة يدور الظل بزاوية قياسها $\frac{٢\pi}{٣}$ راديان؟..................

جـ مزولة طول نصف قطرها ٢٤ سم، أوجد بدلالة π طول القوس الذي يصنعه دوران الظل على حافة القرص بعد مرور ١٠ ساعات. ....

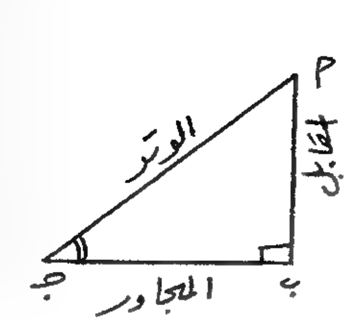
(٢٤) تفكير ناقد: مستقيم يصنع زاوية قياسها $\frac{\pi}{٣}$ راديان في الوضع القياسي لدائرة الوحدة مع الاتجاه الموجب لمحور السينات. أوجد معادلة هذا المستقيم. ....

....

....

(٣) "الدوال المثلثية"

تمهيد :- نعلم أنه :- في أي مثلث أ ب جـ قائم في ب يكون :-



جا جـ = $\frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$ = $\frac{\text{أب}}{\text{أجـ}}$ ، جتا جـ = $\frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$ = $\frac{\text{ب جـ}}{\text{أجـ}}$

ظا جـ = $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$ = $\frac{\text{أب}}{\text{ب جـ}}$

أي أنه :- النسبة المثلثية للزاوية الحادة بنسبة ثابتة لا تتغير إلا إذا تغير قياس زاويتها.

دائرة الوحدة :- دائرة الوحدة هي دائرة مركزها نقطة الأصل لنظام إحداثي متعامد وطول نصف قطرها يساوي وحدة طول.

• دائرة الوحدة تقطع محور السينات في النقطتين أ (١ ، ٠) ، ب (-١ ، ٠) وتقطع محور الصادات في النقطتين جـ (٠ ، ١) ، د (٠ ، -١)

⊗ إذا كانت (س ، ص) هما إحداثيا أي نقطة على دائرة الوحدة فإنه

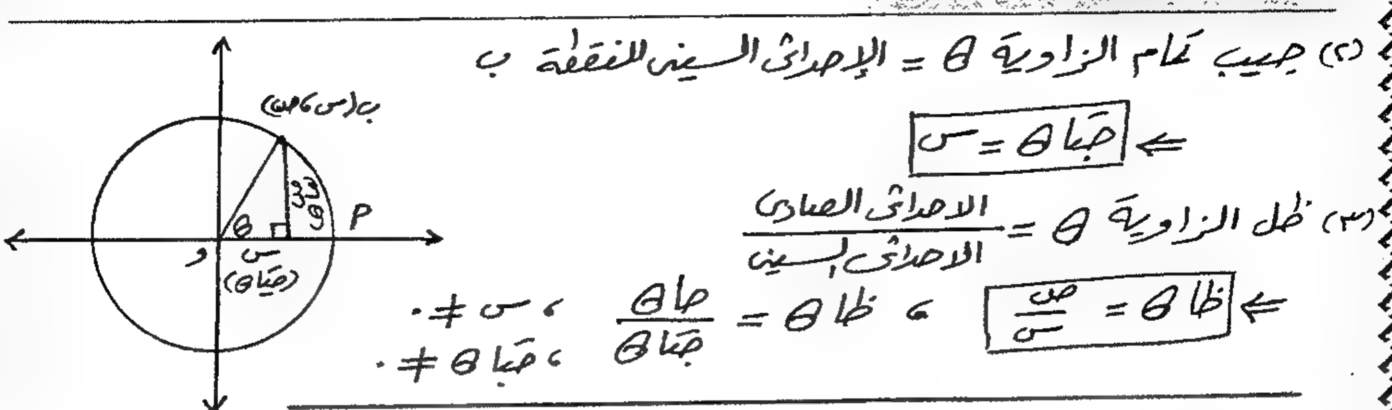
$$\text{س}^2 + \text{ص}^2 = 1$$

"من فيثاغورث" (مهمة) حيث س ∈ [-١ ، ١] ، ص ∈ [-١ ، ١]

الدوال المثلثية الأساسية للزاوية :-

لأي زاوية موجهة في الوضع القياسي وضلعها النهائي يقطع دائرة الوحدة في النقطة ب (س ، ص) وقياسها θ يمكن تعريف الدوال الآتية :-

(١) جيب الزاوية θ = الإحداثي الصادي للنقطة ب ⟸ جا θ = ص



(٢) جيب تمام الزاوية θ = الإحداثي السيني للنقطة ب

⇐ جتا θ = س

(٣) ظل الزاوية θ = $\frac{\text{الإحداثي الصادي}}{\text{الإحداثي السيني}}$

⇐ ظا θ = $\frac{ص}{س}$ ، ظا θ = $\frac{\text{جا}\,\theta}{\text{جتا}\,\theta}$ ، س ≠ ٠ ، جتا θ ≠ ٠ .

• "ملحوظة" (١) يكتب (س ، ص) لأي نقطة على دائرة الوحدة على الصورة (جتا θ ، جا θ)

مثال :- إذا كانت النقطة ($\frac{5}{13}$ ، $\frac{12}{13}$) هي نقطة تقاطع الضلع النهائي لزاوية موجهة قياسها θ مع دائرة الوحدة فإن :-

جتا θ = $\frac{5}{13}$ ، جا θ = $\frac{12}{13}$ ، ظا θ = $\frac{\text{جا}\,\theta}{\text{جتا}\,\theta}$ = $\frac{12}{5}$

(٢) الزوايا المتكافئة لها نفس الدوال المثلثية .

مثال :- جتا ٤٢٠° = جتا(٤٢٠° − ٣٦٠°) = جتا ٦٠° "حيث ٤٢٠° تكافئ ٦٠°"

مقلوبات الدوال المثلثية :-

لأي زاوية موجهة في الوضع القياسي وضلعها النهائي يقطع دائرة الوحدة في النقطة ب(س ، ص) إذا كان قياس الزاوية θ فإن :-

(١) قاطع الزاوية θ : قا θ = $\frac{1}{س}$ = $\frac{1}{\text{جتا}\,\theta}$ ، حيث س ≠ ٠ .

(٢) قاطع تمام الزاوية θ : قتا θ = $\frac{1}{ص}$ = $\frac{1}{\text{جا}\,\theta}$ ، حيث ص ≠ ٠ .

(٣) ظل تمام الزاوية θ : ظتا θ = $\frac{س}{ص}$ = $\frac{1}{\text{ظا}\,\theta}$ = $\frac{\text{جتا}\,\theta}{\text{جا}\,\theta}$ ، ص ≠ ٠ .

مثال ① :- أوجد جميع الدوال المثلثية لزاوية قياسها θ المرسومة في الوضع القياسي وضلعها النهائي يقطع دائرة الوحدة في النقطة أ في كل مما يأتي :-

(١) أ $(٠ ، -١)$ (٢) أ $(س ، \frac{٣}{٥})$ ، س > ٠ (٣) أ $(-س ، س)$ ، س $\in$ ح⁻

الحل :-

(١) أ $(٠ ، -١)$ ⟸ جتا θ = صفر ، قا $\theta = \frac{١}{٠}$ (غير معرفة)

جا $\theta = -١$ ، قتا $\theta = -١$

ظا $\theta = \frac{-١}{٠}$ (غير معرفة) ، ظتا $\theta = \frac{٠}{-١}$ = صفر

(٢) ∵ لأي نقطة على دائرة الوحدة س² + ص² = ١

⟸ س² + $(\frac{٣}{٥})^٢ = ١$ ⟸ س² + $\frac{٩}{٢٥} = ١$ ⟸ س² = ١ - $\frac{٩}{٢٥} = \frac{١٦}{٢٥}$

∴ س = $\pm\sqrt{\frac{١٦}{٢٥}} = \pm\frac{٤}{٥}$ ∵ س > ٠ ⟸ **س = $\frac{٤}{٥}$**

∴ أ $(\frac{٤}{٥} ، \frac{٣}{٥})$ ⟸ جتا $\theta = \frac{٤}{٥}$ ، قا $\theta = \frac{٥}{٤}$

جا $\theta = \frac{٣}{٥}$ ، قتا $\theta = \frac{٥}{٣}$

ظا $\theta = \frac{٣}{٤}$ ، ظتا $\theta = \frac{٤}{٣}$

(٣) ∵ لأي نقطة على دائرة الوحدة س² + ص² = ١

⟸ (-س)² + س² = ١ ⟸ س² + س² = ١ ⟸ ٢س² = ١ ⟸ س² = $\frac{١}{٢}$

∴ س = $\pm\sqrt{\frac{١}{٢}} = \pm\frac{١}{\sqrt{٢}}$ ∵ س $\in$ ح⁻ ⟸ **س = $-\frac{١}{\sqrt{٢}}$**

∴ أ $(+\frac{١}{\sqrt{٢}} ، -\frac{١}{\sqrt{٢}})$ ⟸ جتا $\theta = \frac{١}{\sqrt{٢}}$ ، قا $\theta = \sqrt{٢}$

جا $\theta = -\frac{١}{\sqrt{٢}}$ ، قتا $\theta = -\sqrt{٢}$

ظا $\theta = -١$ ، ظتا $\theta = -١$

مثال ② :- إذا عينت الزاوية الموجهة في الوضع القياسي والتي قياسها θ النقطة ب $(٣أ ، -٤أ)$ على دائرة الوحدة حيث أ > ٠ . أوجد جميع الدوال المثلثية ثم أوجد جتا θ + جا θ .

الحل :- ∵ لأي نقطة على دائرة الوحدة $س^2 + ص^2 = 1$

$\Leftarrow (3أ)^2 + (-4أ)^2 = 1 \Leftarrow 9أ^2 + 16أ^2 = 1 \Leftarrow 25أ^2 = 1 \Leftarrow أ^2 = \frac{1}{25}$

$\therefore أ = \pm\sqrt{\frac{1}{25}} = \pm\frac{1}{5}$ ∵ $أ > 0 \Leftarrow$ $\boxed{أ = \frac{1}{5}}$

$\therefore ب(3أ ، -4أ) \Leftarrow ب(3 \times \frac{1}{5} ، -4 \times \frac{1}{5}) = (\frac{3}{5} ، -\frac{4}{5})$

∴ $جتا\,\theta = \frac{3}{5}$ ، $قا\,\theta = \frac{5}{3}$

$جا\,\theta = -\frac{4}{5}$ ، $قتا\,\theta = -\frac{5}{4}$

$ظا\,\theta = -\frac{4}{3}$ ، $ظتا\,\theta = -\frac{3}{4}$

$\Leftarrow جتا^2\theta + جا^2\theta = (\frac{3}{5})^2 + (-\frac{4}{5})^2 = \frac{9}{25} + \frac{16}{25} = \frac{25}{25} = \boxed{1}$ #

---

* تدريب * أوجد جميع الدوال المثلثية لزاوية قياسها θ المرسومة في الوضع القياسي وضلعها النهائي يقطع دائرة الوحدة في النقطة ب حيث:-

(1) $ب(\frac{1}{2} ، \frac{\sqrt{3}}{2})$ (2) $ب(0 ، س)$ ، $س > 0$ (3) $ب(-ص ، -ص)$ ، $ص > 0$

إشارة الدوال المثلثية :-

الربع	الفترة التي تقع فيها الزاوية	إشارة الدوال المثلثية		
		جا قتا	جتا قا	ظا ظتا
الأول	$]0 ، \frac{\pi}{2}[$	+	+	+
الثاني	$]\frac{\pi}{2} ، \pi[$	+	−	−
الثالث	$]\pi ، \frac{3\pi}{2}[$	−	−	+
الرابع	$]\frac{3\pi}{2} ، 2\pi[$	−	+	−

مثال ③ :- حدد إشارة الدوال الآتية :-

جا ٦٠° ، جتا ٢٤٠° ، ظتا ٢١٠° ، قا ٣٠٠° ، قتا $\frac{2\pi}{3}$ ، ظا −٣٠ ، جتا ٩٧٠°

الحل :- * ∵ ٦٠° تقع في الربع الأول ∴ جا ٦٠° موجبة

* ∵ ٢٤٠° تقع في الربع الثالث ∴ جتا ٢٤٠° سالبة

* ∵ ٢١٠° تقع في الربع الثالث ∴ ظتا ٢١٠° موجبة

* ∵ ٣٠٠° تقع في الربع الرابع ∴ قا ٣٠٠° موجبة

* ∵ $\frac{2\pi}{3}$ = $\frac{2\times180}{3}$ = ١٢٠° (الثاني) ∴ قتا $\frac{2\pi}{3}$ موجبة

* ∵ −٣٠° تكافئ −٣٠ + ٣٦٠ = ٣٣٠° (الرابع) ∴ ظا −٣٠ سالبة

* ∵ ٩٧٠° تكافئ ٩٧٠ − ٣٦٠ ⇐ ٦١٠ − ٣٦٠ = ٢٥٠° (الثالث) ∴ جتا ٩٧٠ سالبة

*** تدريب *** حدد إشارة الدوال الآتية :-

جا ١١٠° ، جتا ٣٩٠° ، ظتا $-\frac{\pi}{4}$ ، قا ٣٠٠ ، ظا ٥٠٠°

مثال ④ :- إذا كان الضلع النهائي لزاوية θ في وضعها القياسي يقطع دائرة الوحدة في النقطة ب (٠٫٦ ، ص) فأوجد قيمة ص حيث θ ∈]٢٧٠° ، ٣٦٠°[
ثم أوجد ظتا θ ، قتا θ ثم احسب قيمة قا² θ + قتا² θ

الحل :- لأي نقطة على دائرة الوحدة س² + ص² = ١

∴ (٠٫٦)² + ص² = ١ ⇐ ٠٫٣٦ + ص² = ١ ⇐ ص² = ٠٫٦٤

⇐ ص = ± $\sqrt{0.64}$ = ± ٠٫٨

∵ θ ∈]٢٧٠° ، ٣٦٠°[∴ θ تقع في الربع الرابع ∴ ص سالبة

∴ ص = −٠٫٨ ⇐ ب (٠٫٦ ، −٠٫٨)

$\therefore$ ظتا $\theta = \frac{س}{ص} = \frac{-0.6}{-0.8} = \frac{-3}{4}$ ، قتا $\theta = \frac{1}{جا\,\theta} = \frac{1}{-0.8} = \frac{-5}{4}$

قيمة المقدار ظتا$^2\theta$ + قتا$^2\theta = \left(\frac{1}{-0.6}\right)^2 + \left(\frac{-5}{4}\right)^2 = \frac{25}{9} + \frac{25}{16} = \frac{625}{144}$

مثال ⑤ :- إذا كانت $270^\circ < \theta < 360^\circ$ وكان جا $\theta = -\frac{5}{13}$ أوجد جميع النسب المثلثية الأساسية للزاوية θ .

الحل :- $\because$ ص = جا $\theta = -\frac{5}{13}$

، س = جتا θ حيث جتا $\theta > 0$ (لماذا؟)

$\because$ س^2 + ص$^2 = 1$ $\therefore$ جتا$^2\theta + \left(\frac{-5}{13}\right)^2 = 1$

$\therefore$ جتا$^2\theta + \frac{25}{169} = 1 \Leftarrow$ جتا$^2\theta = 1 - \frac{25}{169} = \frac{144}{169}$

$\therefore$ جتا $\theta = \pm\frac{12}{13}$ (مرفوض) $\Leftarrow$ جتا $\theta = \frac{12}{13}$ (لأن θ تقع في الرابع)

$\Leftarrow$ ظا $\theta = \frac{جا\,\theta}{جتا\,\theta} = -\frac{12}{5}$ #

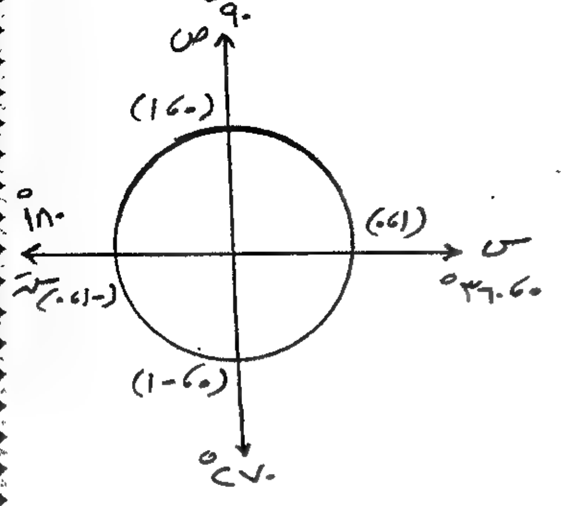
---

* تدريب * (١) إذا كانت θ قياس زاوية في الوضع القياسي حيث $\frac{\pi}{2} < \theta < \pi$ ، جا $\theta = \frac{4}{5}$ أوجد جتا θ ، ظا θ

(٢) إذا كانت $180^\circ < \theta < 270^\circ$ وكانت جتا $\theta = -\frac{4}{5}$

أوجد جميع النسب المثلثية للزاوية θ

الدوال المثلثية لبعض الزوايا الخاصة :-



* ٠° أو ٣٦٠° ← $(1 ، 0)$ (جتا ، جا) ظا صفر
* ٩٠° ← $(0 ، 1)$ غير معرفة
* ١٨٠° ← $(-1 ، 0)$ صفر
* ٢٧٠° ← $(0 ، -1)$ غير معرفة
* ٣٠° ← $(\frac{\sqrt{3}}{2} ، \frac{1}{2})$ $\frac{1}{\sqrt{3}}$
* ٦٠° ← $(\frac{1}{2} ، \frac{\sqrt{3}}{2})$ $\sqrt{3}$
* ٤٥° ← $(\frac{1}{\sqrt{2}} ، \frac{1}{\sqrt{2}})$ ١

مع العلم أن $\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

ويمكن تلخيص ذلك في الجدول التالي :-

قياس زاوية θ	إحداثي النقطة التي يتقاطع فيها ضلع النهائي مع دائرة الوحدة	قيم الدوال المثلثية		
		جا θ	جتا θ	ظا θ
٠° أو ٣٦٠° (2π)	$(1 ، 0)$	٠	١	٠
٩٠° $(\frac{\pi}{2})$	$(0 ، 1)$	١	٠	غير معرف
١٨٠° (π)	$(-1 ، 0)$	٠	-١	٠
٢٧٠° $(\frac{3\pi}{2})$	$(0 ، -1)$	-١	٠	غير معرف
٣٠° $(\frac{\pi}{6})$	$(\frac{\sqrt{3}}{2} ، \frac{1}{2})$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
٦٠° $(\frac{\pi}{3})$	$(\frac{1}{2} ، \frac{\sqrt{3}}{2})$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
٤٥° $(\frac{\pi}{4})$	$(\frac{1}{\sqrt{2}} ، \frac{1}{\sqrt{2}})$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	١
مع العلم أن $\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ و $\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$				

"ملحوظة"

يمكن إيجاد هذه الدوال المثلثية باستخدام الآلة الحاسبة حيث

جا ← sin

جتا ← cos

ظا ← tan

مثال: جا ٣٠ $\Rightarrow \sin(30) = \frac{1}{2}$

مثال ⑥ :- بدون استخدام الآلة الحاسبة أوجد قيمة :-

(١) جا ٣٠° جتا ٦٠° + جا ٩٠° − جتا² ٤٥°   (٢) جتا ٩٠° قتا ٣٠° + قا² ٤٥° جا ٣٠°

الحل :-

(١) جا ٣٠° جتا ٦٠° + جا ٩٠° − جتا² ٤٥° = $\frac{1}{2}$ × $\frac{1}{2}$ + ١ − $(\frac{1}{\sqrt{2}})^2$

= $\frac{1}{4}$ + ١ − $\frac{1}{2}$ = $\boxed{\frac{3}{4}}$

(٢) جتا ٩٠° قتا ٣٠° + قا² ٤٥° جا ٣٠° = ٠ × $\frac{1}{2}$ + $\sqrt{2}$ × $\frac{1}{2}$ = ٠ + $\frac{\sqrt{2}}{2}$ = $\boxed{\frac{\sqrt{2}}{2}}$

مثال ⑦ :- أثبت أن :- (١) جا ٣٠° جتا ٦٠° + جتا ٣٠° جا ٦٠° = جا ٩٠°

(٢) جتا $\frac{\pi}{2}$ = جتا² $\frac{\pi}{4}$ − جا² $\frac{\pi}{4}$

الحل :-

(١) الطرف الأيمن = جا ٣٠° جتا ٦٠° + جتا ٣٠° جا ٦٠° = $\frac{1}{2}$ × $\frac{1}{2}$ + $\frac{\sqrt{3}}{2}$ × $\frac{\sqrt{3}}{2}$ = $\frac{1}{4}$ + $\frac{3}{4}$

= ١ = جا ٩٠° = الطرف الأيسر #

(٢) الطرف الأيسر = جتا² $\frac{\pi}{4}$ − جا² $\frac{\pi}{4}$ = جتا² ٤٥° − جا² ٤٥° = $(\frac{1}{\sqrt{2}})^2$ − $(\frac{1}{\sqrt{2}})^2$ = صفر

الطرف الأيمن = جتا $\frac{\pi}{2}$ = جتا ٩٠° = صفر   ∴ الطرفان متساويان

---

* تدريب * أوجد قيمة :- (١) جا² ٤٥° + جتا² ٢٧٠° − جتا² ٦٠°

(٢) ٣ جا ٣٠° جا² ٦٠° − جتا ٠° قا ٦٠° + جا ٢٧٠° جتا² ٤٥°

* أثبت أن :- (١) ١ − ٢ جا² ٩٠° = جتا ١٨٠°

(٢) جا ٦٠° جتا ٣٠° − جتا ٦٠° جا ٣٠° = جا² $\frac{\pi}{3}$

(٣) ظا² ٦٠° − ٨ جتا ٦٠° + ظا ٤٥° = جا ٣٠° − جتا² ٤٥°

مثال ⑧ :- أوجد قيمة س في كل مما يأتي :-

(١) س جا $\frac{\pi}{6}$ جتا² $\frac{\pi}{4}$ = جتا² ٣٠° جا $\frac{\pi}{2}$ ، (٢) جا(٢س + ١٠) = ١ ، س حادة

الحل :-

(١) ∵ س جا $\frac{\pi}{6}$ جتا² $\frac{\pi}{4}$ = جتا² ٣٠° جا $\frac{\pi}{2}$ ⇐ س جا ٣٠° جتا² ٤٥° = جتا² ٣٠° جا ٩٠°

⇐ س × $\frac{1}{2}$ × $(\frac{1}{\sqrt{2}})^2$ = $(\frac{\sqrt{3}}{2})^2$ × ١ ⇐ $\frac{1}{4}$ س = $\frac{3}{4}$ ⟸(×٤) **س = ٣**

(٢) ∵ جا(٢س + ١٠) = ١ ∵ جا ٩٠ = ١

∴ ٢س + ١٠ = ٩٠° ⇐ ٢س = ٨٠ ⟸(÷٢) **س = ٤٠°**

مثال ⑨ أوجد قيمة θ بحيث θ < ٩٠° والتي تحقق المعادلة :-

ظا ٦٠° ظا θ = $\frac{\text{ظا } 30° \text{ ظا}^2 60° \text{ ظا } 45°}{4 \text{ جا}^2 45° \text{ جتا } 60°}$

الحل

⇐ $\sqrt{3}$ ظا θ = $\frac{1 \times (\sqrt{3})^2 \times (\frac{1}{\sqrt{3}})}{\frac{1}{2} \times (\frac{1}{\sqrt{2}})^2 \times 4}$ ⇐ $\sqrt{3}$ ظا θ = $\frac{1 \times 3 \times \frac{1}{\sqrt{3}}}{\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 4}$ ⇐

$\sqrt{3}$ ظا θ = ١ ⇐ ظا θ = $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ∴ θ = ٣٠°

*** تدريب *** * أوجد قيمة س في كل مما يأتي :-

(١) س جا² $\frac{\pi}{4}$ جتا π = ظا² $\frac{\pi}{3}$ جا $\frac{3\pi}{2}$ ، (٢) جتا(٣س + ٣٠) = -١ ، س حادة

* إذا كان: ظا² θ (قا² ٤٥° + جا ٢٧٠°) = قتا² ٦٠° + جتا ١٨٠°

أوجد قيمة θ حيث θ ∈]٠°، ٩٠°[.

تمارين على الدوال المثلثية

١ اختر الإجابة الصحيحة :-

(١) جا ...... موجبة [١١٠° ، ٣١٠° ، ٢١٠° ، ٥١٠°]

(٢) جتا ...... سالبة [٥٦° ، ٦٥° ، ١٥٦° ، ٣٥٦°]

(٣) ظا ...... موجبة [٥٠° ، ١٥٠° ، -١٥٠° ، -٥٠°]

(٤) إذا كان جا $\theta = \frac{١}{٢}$ ، θ حادة فإن ق$(\hat{\theta})$ = ...° [٣٠° ، ٤٥° ، ٦٠° ، ٩٠°]

(٥) إذا كان جا θ = -١ ، جتا θ = ٠ فإن ق θ = ... [$\frac{\pi}{٢}$ ، π ، $\frac{٣\pi}{٢}$ ، ٢π]

(٦) إذا كانت قتا θ = ٢ ، θ حادة فإن ق$(\hat{\theta})$ = ...° [١٥ ، ٣٠ ، ٤٥ ، ٦٠]

(٧) إذا كانت جتا $\theta = \frac{١}{٢}$ ، جا $\theta = -\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ فإن ق θ = ... [$\frac{٢\pi}{٣}$ ، $\frac{٥\pi}{٦}$ ، $\frac{٥\pi}{٣}$ ، $\frac{١١\pi}{٦}$]

(٨) إذا كان ظا θ = ١ ، θ حادة فإن ق$(\hat{\theta})$ = ...° [١٠ ، ٣٠ ، ٤٥ ، ٦٠]

(٩) ظا ٤٥ + ظتا ٤٥ - قا ٦٠° تساوي ..... [٠ ، $\frac{١}{٢}$ ، $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ ، ١]

(١٠) إذا كان جتا $\theta = \frac{\sqrt{٣}}{٢}$ ، θ حادة فإن جا θ = ... [$\frac{١}{٢}$ ، $\frac{١}{\sqrt{٣}}$ ، $\frac{٢}{\sqrt{٣}}$ ، $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$]

(١١) إذا كان جتا ٢$\theta = \frac{١}{٢}$ ، θ حادة فإن ق$(\hat{\theta})$ = ...° [٦٠° ، ٣٠° ، ٤٥° ، ٩٠°]

(١٢) إذا كان $\frac{١}{٢}$ جتا $\theta = \frac{١}{٤}$ ، θ حادة فإن ق$(\hat{\theta})$ = ...° [٦٠° ، ٣٠° ، ٤٥° ، ٩٠°]

(١٣) إذا كان ظا$(\theta - ٥)$ = ١ ، θ حادة فإن ق$(\hat{\theta})$ = ...° [٤٠° ، ٥٠° ، ٤٥° ، ٥٥°]

(١٤) إذا كانت الزاوية θ في الوضع القياسي لدائرة الوحدة يمر ضلعها النهائي بالنقطة $(\frac{١}{٢} ، \frac{\sqrt{٣}}{٢})$ فإن جا θ = ... [$\frac{١}{٢}$ ، $\frac{١}{\sqrt{٣}}$ ، $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ ، $\frac{٢}{\sqrt{٣}}$]

---

٢ ابحث إشارة كل من الدوال المثلثية الآتية :-

جا ٢٤٠° ، ظا ٣٦٥° ، قتا ٢١٠° ، ظتا $\frac{٩\pi}{٤}$ ، قا $-\frac{٩\pi}{٤}$ ، ظا $-\frac{٢٠\pi}{٩}$

٣ أوجد جميع الدوال المثلثية للزاوية θ والتي يمر ضلعها النهائي بالنقاط الآتية :-

(١) $(\frac{٢}{٣} ، \frac{\sqrt{٥}}{٣})$ (٢) $(-\frac{\sqrt{٣}}{٢} ، \frac{١}{٢})$ (٣) $(\frac{\sqrt{٢}}{٢} ، \frac{\sqrt{٢}}{٢})$

٤ إذا كان θ هو قياس زاوية موجهة في الوضع القياسي ، والتي يمر ضلعها النهائي بدائرة الوحدة أوجد جميع الدوال المثلثية للزاوية θ في الحالات الآتية :-

(١) (٣/٥ ، ص) ، ص ∈ ح+ (٢) (س ، ٣ س) ، س > ٠

(٣) (٣√/٢ م ، −٢م) ، ٣π/٢ < θ < ٢π (٤) (س ، ١/٢) ، س < ٠ .

٥ إذا كان الضلع النهائي للزاوية θ من الوضع القياسي يقطع دائرة الوحدة في النقطة ب وكان جتا θ = ٣/٥ حيث θ ∈]٢٧٠° ، ٣٦٠°[فأوجد إحداثي ب ثم اثبت أن ١ + ظتا² θ = قتا² θ .

٦ أثبت أن النقطة ب (٢√٢/٣ ، −١/٣) تقع على دائرة الوحدة وأوجد ظتا θ

٧ إذا كان قا θ = −٢ وكان θ ∈]٣π/٢ ، ٢π[أوجد ظا θ .

٨ بدون استخدام الحاسبة أوجد قيمة كل مما يأتي :-

(١) ظا² ٣٠° + ظا ٤٥° + ظا ١٨٠°

(٢) ٣ جا ٣٠° ظا ٤٥° + ٢ قا² ٤٥° − ظا² ٦٠°

(٣) قا ٦٠° − ٤ جا² ٤٥° + جا ٢٧٠°

(٤) جتا π/٢ × جتا ٠° + جا ٣π/٢ × جا π/٢ .

(٥) قا π/٦ ظا π/٣ − ظتا π/٣ جتا π/٦

(٦) ٣ جا ٣٠° جا² ٦٠° − جتا ٠° قا ٦٠° + جا ٢٧٠° جتا² ٤٥°

٩ اثبت صحة كل من المتساويات الآتية :-

(١) ٢ جا² ٩٠° = −٢ جتا ١٨٠°

(٢) ٢ جا ٤٥° جتا ٤٥° ظتا ٤٥° = ١

(٣) ٢ جا ٣٠° جتا ٣٠° = جا ٦٠° جتا² ١٨٠° .

(٤) قتا ٦٠° ظتا ٣٠° ظا ٦٠° = ٢ قا² ٤٥° جتا ٣٠°

(٥) ظا ٦٠° = ٢ ظا ٣٠° / (١ − ظا² ٣٠°)

(٦) جا ٣٠° = √((١ − جتا ٦٠°) / ٢)

١٠ أوجد قيمة س إذا كان :-

(١) س جا² π/٤ جتا π = ظا² π/٣ جا ٣π/٢

(٢) س جا π/٤ جتا π/٤ ظتا π/٦ = ظا² π/٤ − جا² π/٣

١١ إذا كانت س ∈]٠ ، ٩٠°[أوجد قيمة س في كل مما يأتي

(١) جا س = جا ٣٠° جتا ٦٠° + جتا ٣٠° جا ٦٠°

(٢) ٢ جتا θ + ١ = قا² ٤٥° قا ٣٦٠°

(٤) الزوايا المنتسبة

* الزاويتان المنتسبتان :- هما زاويتان الفرق بين قياسيهما أو مجموع قياسيهما يساوي عدداً صحيحاً من القوائم.

مثلاً :- * الزاويتان $٢٢٠°$ ، $٤٠°$ زاويتان منتسبتان لأن $٢٢٠° - ٤٠° = ١٨٠°$ "قائمتان"

* الزاويتان $٣٠°$ ، $٦٠°$ زاويتان منتسبتان لأن $٣٠° + ٦٠° = ٩٠°$ "قائمة"

---

[1] الدوال المثلثية للزاويتين المنتسبتين θ ، $(١٨٠° - \theta)$:-

* جا $(١٨٠° - \theta) =$ جا θ * قتا $(١٨٠° - \theta) =$ قتا θ

* جتا $(١٨٠° - \theta) = -$ جتا θ * قا $(١٨٠° - \theta) = -$ قا θ

* ظا $(١٨٠° - \theta) = -$ ظا θ * ظتا $(١٨٠° - \theta) = -$ ظتا θ

مثال :-
- جا $١٢٠° =$ جا $(١٨٠° - ٦٠°) =$ جا $٦٠ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
- ظا $١٣٥° =$ ظا $(١٨٠° - ٤٥°) = -$ ظا $٤٥ = -١$
- جتا $١٢٠° =$ جتا $(١٨٠° - ٦٠°) = -$ جتا $٦٠ = -\frac{1}{2}$

* تدريب * أوجد ما يأتي :- جا $١٥٠°$ ، جتا $١٠٠°$ ، قا $١٢٠°$ ، قتا $١٣٥°$

---

[2] الدوال المثلثية للزاويتين المنتسبتين θ ، $(١٨٠° + \theta)$.

* جا $(١٨٠° + \theta) = -$ جا θ * قتا $(١٨٠° + \theta) = -$ قتا θ

* جتا $(١٨٠° + \theta) = -$ جتا θ * قا $(١٨٠° + \theta) = -$ قا θ

* ظا $(١٨٠° + \theta) =$ ظا θ * ظتا $(١٨٠° + \theta) =$ ظتا θ

مثال :-
- جا $٢٤٠° =$ جا $(١٨٠° + ٦٠°) = -$ جا $٦٠ = -\frac{\sqrt{3}}{2}$
- ظا $٢٢٥° =$ ظا $(١٨٠° + ٤٥°) =$ ظا $٤٥ = ١$
- قا $٢١٠° =$ قا $(١٨٠° + ٣٠°) = -$ قا $٣٠ = -\frac{2}{\sqrt{3}}$

* تدريب * أوجد ما يأتي :- جتا ٢٤٠° ، جا ٢٢٥° ، قتا ١٢٠° ، ظا ٢١٠°

---

٣ الدوال المثلثية للزاويتين المنتسبتين θ ، ($٣٦٠° - \theta$) :-

* جا ($٣٦٠° - \theta$) = − جا θ * قتا ($٣٦٠° - \theta$) = − قتا θ
* جتا ($٣٦٠° - \theta$) = جتا θ * قا ($٣٦٠° - \theta$) = قا θ
* ظا ($٣٦٠° - \theta$) = − ظا θ * ظتا ($٣٦٠° - \theta$) = − ظتا θ

مثال :-

- جا ٣٣٠° = جا ($٣٦٠° - ٣٠°$) = − جا ٣٠° = $-\frac{1}{2}$
- ظا ٣١٥° = ظا ($٣٦٠° - ٤٥°$) = − ظا ٤٥ = −١
- قا ٣٠٠° = قا ($٣٦٠° - ٦٠°$) = قا ٦٠° = ٢

* تدريب * أوجد ما يأتي :- جتا ٣٣٠° ، ظا ٣٠٠° ، قتا ٣٣٠° ، جا ٣١٥°

---

٤ الدوال المثلثية للزاويتين المنتسبتين θ ، $-\theta$

* جا ($-\theta$) = − جا θ * قتا ($-\theta$) = − قتا θ
* جتا ($-\theta$) = جتا θ * قا ($-\theta$) = قا θ
* ظا ($-\theta$) = − ظا θ * ظتا ($-\theta$) = − ظتا θ

مثال :-

- جا (−٤٥°) = − جا ٤٥° = $\frac{1}{\sqrt{2}}$
- جتا (−٦٠°) = جتا ٦٠° = $\frac{1}{2}$
- ظتا (−٣٠°) = − ظتا ٣٠° = $-\sqrt{3}$

* تدريب * أوجد ما يأتي :- ظا (−٤٥°) ، جتا (−٣٠°) ، قا (−٦٠°)



٥ الدوال المثلثية للزاويتين θ ، $(٩٠° - \theta)$:-

* جا$(٩٠° - \theta)$ = جتا θ * قتا$(٩٠° - \theta)$ = قا θ
* جتا$(٩٠° - \theta)$ = جا θ * قا$(٩٠° - \theta)$ = قتا θ
* ظا$(٩٠ - \theta)$ = ظتا θ * ظتا$(٩٠ - \theta)$ = ظا θ

مثال :-

• جا ٧٠° = جا(٩٠° - ٢٠°) = جتا ٢٠°

• $\frac{\text{جا}٤٠°}{\text{جتا}٥٠°} = \frac{\text{جا}(٩٠° - ٥٠°)}{\text{جتا}٥٠°} = \frac{\text{جتا}٥٠}{\text{جتا}٥٠} = ١$

• ظا١٠° - ظتا٨٠° = ظا(٩٠° - ٨٠°) - ظتا٨٠° = ظتا٨٠° - ظتا٨٠° = صفر

تدريب أكمل ما يأتي :-

(١) جا٥٠° = جتا ..... ° ، (٢) قا٦٥° - قتا٢٥° = ... ، (٣) $\frac{\text{ظا}٧٠°}{\text{ظتا}٢٠°}$ = ...

---

٦ الدوال المثلثية للزاويتين θ ، $(٩٠° + \theta)$:-

* جا$(٩٠° + \theta)$ = جتا θ * قتا$(٩٠° + \theta)$ = قا θ
* جتا$(٩٠ + \theta)$ = - جا θ * قا$(٩٠° + \theta)$ = - قتا θ
* ظا$(٩٠° + \theta)$ = - ظتا θ * ظتا$(٩٠° + \theta)$ = - ظا θ

مثال :-

• جا١٢٠° = جا(٩٠° + ٣٠°) = جتا٣٠ = $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$

• جتا١٥٠° = جتا(٩٠° + ٦٠°) = - جا٦٠ = $-\frac{\sqrt{٣}}{٢}$

• ظتا١٣٥° = ظتا(٩٠° + ٤٥°) = - ظا٤٥ = -١

تدريب أوجد ما يأتي :- ظا١٥٠° ، قتا١٢٠° ، قا١٢٠° ، جتا١٣٥°

مثال :- إذا كانت الزاوية التي قياسها θ في الوضع القياسي ويمر ضلعها النهائي بالنقطة $(\frac{٧}{٢٥} ، \frac{٢٤}{٢٥})$ أوجد الدوال المثلثية جا$(٩٠° + \theta)$ ، قا$(٩٠° + \theta)$

الحل :- • جا$(٩٠ + \theta)$ = جتا θ = $\boxed{\frac{٧}{٢٥}}$ ، • قا$(٩٠ + \theta)$ = - قتا θ = $\boxed{-\frac{٢٥}{٢٤}}$

⑦ الدوال المثلثية للزاويتين θ ، (٢٧٠° − θ) :-

* جا(٢٧٠° − θ) = − جتا θ
* قتا(٢٧٠° − θ) = − قا θ
* جتا(٢٧٠° − θ) = − جا θ
* قا(٢٧٠° − θ) = − قتا θ
* ظا(٢٧٠° − θ) = ظتا θ
* ظتا(٢٧٠° − θ) = ظا θ

مثال :-

• جا ٢٢٥° = جا(٢٧٠° − ٤٥°) = − جتا ٤٥ = $-\frac{1}{\sqrt{2}}$

• ظا ٢٤٠° = ظا(٢٧٠° − ٣٠°) = ظتا ٣٠ = $\sqrt{3}$

• قتا ٢١٠° = قتا(٢٧٠° − ٦٠°) = − قا ٦٠ = −٢

تدريب أوجد ما يأتي :- قا ٢٤٠° ، قتا ٢٢٥° ، جا ٢١٠°

---

⑧ الدوال المثلثية للزاويتين θ ، (٢٧٠° + θ) :-

* جا(٢٧٠° + θ) = − جتا θ
* قتا(٢٧٠° + θ) = − قا θ
* جتا(٢٧٠ + θ) = جا θ
* قا(٢٧٠° + θ) = قتا θ
* ظا(٢٧٠ + θ) = − ظتا θ
* ظتا(٢٧٠° + θ) = − ظا θ

مثال :-

• جا ٣٠٠° = جا(٢٧٠° + ٣٠°) = − جتا ٣٠ = $-\frac{\sqrt{3}}{2}$

• قا ٣٣٠° = قا(٢٧٠° + ٦٠°) = قتا ٦٠ = $\frac{2}{\sqrt{3}}$

• ظتا ٣١٥ = ظتا(٢٧٠° + ٤٥°) = − ظا ٤٥ = −١

تدريب أوجد ما يأتي :- جتا ٣١٥° ، قتا ٣٠٠° ، جا ٣٣٠°

مثال :- أوجد قيمة جتا ٤٨٠° جا(−٣٠٠°) + ظا٢ ٢٢٥°

الحل :- ∵ جتا ٤٨٠° = جتا(٤٨٠° − ٣٦٠°) = جتا ١٢٠° = جتا(١٨٠ − ٦٠) = − جتا ٦٠ = $-\frac{1}{2}$

∵ جا(−٣٠٠°) = − جا ٣٠٠ = $-\frac{1}{2}$

∵ ظا ٢٢٥ = ظا(١٨٠ + ٤٥°) = ظا ٤٥ = ١ ⟸ ظا٢ ٢٢٥ = ١٢ = ١

∴ قيمة المقدار جتا ٢٤٠° جا(−٣٠°) − ظا² ٢٢٥° = $-\frac{1}{2} \times -\frac{1}{2} + 1 = \frac{1}{4} + 1 = \boxed{\frac{5}{4}}$

" الربع الأول " : كل الدوال موجبة — θ ، ٩٠° − θ

" الربع الثاني " : جا ، قتا موجبتان — ٩٠° + θ ، ١٨٠° − θ

" الربع الثالث " : ظا ، ظتا موجبتان — ١٨٠° + θ ، ٢٧٠° − θ

" الربع الرابع " : جتا ، قا موجبتان — ٢٧٠° + θ ، ٣٦٠° − θ

(٩٠° ، ١٨٠° ، ٢٧٠° ، ٣٦٠°)

" ملحوظة هامة "

(١) يمكن تلخيص ما سبق في الرسمة المقابلة :-

(٢) الدوال المثلثية (٩٠° + θ) ، (٩٠° − θ) ، (٢٧٠° + θ) ، (٢٧٠° − θ) تتغير فيها الدوال المثلثية بوضع حرف التاء في الدالة التي ليس بها حرف التاء والعكس .

مثال :- أوجد بطريقتين مختلفتين كل مما يأتي :- جا ١٢٠° ، قا $\frac{5\pi}{3}$

الحل :-

(١) جا ١٢٠° = جا(٩٠° + ٣٠°)
= جتا ٣٠° = $\frac{\sqrt{3}}{2}$

أو جا ١٢٠° = جا(١٨٠° − ٦٠°) = جا ٦٠°
= $\frac{\sqrt{3}}{2}$

(٢) قا $\frac{5\pi}{3}$ = قا $\frac{180 \times 5}{3}$ = قا ٣٠٠°
قا ٣٠٠° = قا(٢٧٠° + ٣٠°)
= قتا ٣٠° = ٢

أو قا ٣٠٠° = قا(٣٦٠° − ٦٠°) = قا ٦٠°
= ٢

مثال :- بدون استخدام الحاسبة أوجد قيمة :-

جتا(−١٥٠°) جا ٦٠٠° + جتا $\frac{2\pi}{3}$ جا ٣٣٠° − قا(−$\frac{5\pi}{4}$) ظا ٩٠٠°

الحل :-

∵ جتا(−١٥٠°) = جتا ١٥٠° = جتا(١٨٠° − ٣٠°) = − جتا ٣٠° = $\boxed{-\frac{\sqrt{3}}{2}}$

∵ جا ٦٠٠° = جا(٦٠٠° − ٣٦٠°) = جا ٢٤٠° = جا(١٨٠° + ٦٠°) = − جا ٦٠° = $\boxed{-\frac{\sqrt{3}}{2}}$

∵ جتا($\frac{2\pi}{3}$) = جتا($\frac{2 \times 180}{3}$) = جتا ١٢٠ = جتا(١٨٠ − ٦٠°) = − جتا ٦٠ = $-\frac{1}{2}$

∵ جا ٣٣٠ = جا(٣٦٠° − ٣٠°) = − جا ٣٠° = $-\frac{1}{2}$

∵ قا($-\frac{5\pi}{4}$) = قا $\frac{5\pi}{4}$ = قا($\frac{5 \times 180}{4}$) = قا ٢٢٥ = قا(١٨٠ + ٤٥°) = − قا ٤٥ = $-\sqrt{2}$

∵ ظا ٩٠٠ = ظا(٩٠٠° − ٢ × ٣٦٠°) = ظا ١٨٠° = صفر

∴ قيمة المقدار = $-\frac{\sqrt{3}}{2} \times -\frac{\sqrt{3}}{2} + -\frac{1}{2} \times -\frac{1}{2} - (-\sqrt{2}) \times$ صفر

= $\frac{3}{4} + \frac{1}{4} - 0 = 1$ #

*** تدريب *** بدون استخدام الحاسبة أوجد قيمة :-

(١) جتا ١٠° جا ١٠٥° − جا ٣٣٠° جتا(−٣٣٠°)

(٢) جا ٦٠٠° جتا(−٣٩٠°) + جا ١٥٠° جتا(−٢٤٠°)

مثال :- إذا كانت جتا θ = $-\frac{4}{5}$ حيث ٩٠° < θ < ١٨٠° أوجد قيمة ما يأتي

(١) جا(١٨٠° − θ)   (٣) جتا(− θ)

(٢) قا(٣٦٠° − θ)   (٤) ظا(θ − ١٨٠°)

الحل :- ∵ لأي نقطة على دائرة الوحدة س² + ص² = ١

∵ جتا θ = $-\frac{4}{5}$ ⇐ النقطة هي ($-\frac{4}{5}$ ، ص)

⇐ ($-\frac{4}{5}$)² + ص² = ١ ⇐ $\frac{16}{25}$ + ص² = ١ ⇐ ص² = ١ − $\frac{16}{25}$ = $\frac{9}{25}$

ص = ± $\sqrt{\frac{9}{25}}$ = (±) $\frac{3}{5}$ مرفوضة   ∵ θ تقع في الربع الثاني   ∴ ص = $\frac{3}{5}$

∴ جا(١٨٠° − θ) = جا θ = $\frac{3}{5}$ ، ∴ قا(٣٦٠° − θ) = قا θ = $-\frac{5}{4}$

∴ جتا(− θ) = جتا θ = $-\frac{4}{5}$ ، ظا(θ − ١٨٠°) = ظا[−(١٨٠° − θ)]

= − ظا(١٨٠° − θ) = −(− ظا θ) = ظا θ

= $-\frac{3}{4}$

*** تدريب *** إذا كان الضلع النهائي للزاوية الموجهة في وضعها القياسي يقطع دائرة الوحدة في النقطة (س، $\frac{12}{13}$) حيث ($90° < \theta < 180°$) أوجد قيمة:-

١٣ جتا($360° - \theta$) + ظا ٢٢٥° + قا ٣٠٠° + ١٢ ظا ($270° - \theta$)

"ملحوظة هامة جداً"

إذا كان جا α = جتا β أو ظا α = ظتا β أو قا α = قتا β

فإن $\boxed{\alpha + \beta = 90°}$ حيث α، β زاويتين حادتين موجبتين.

مثال:- إذا كان جا($3\theta + 8°$) = جتا($2\theta - 13°$) أوجد θ حيث $0° < \theta < 90°$

الحل:-

∵ جا($3\theta + 8°$) = جتا($2\theta - 13°$)　∴ $3\theta + 8° + 2\theta - 13° = 90°$

∴ $5\theta + 15 = 90°$ ⇐ $5\theta = 75$ ⇐ $\boxed{\theta = 15°}$

⇐ لاحظ أنه توجد قيم أخرى تحقق المعادلة السابقة وتنحصر بين ٠°، ٩٠°

مثل ٩٤، ٨٧° ولإيجاد هذه القيم لابد من حل هذا النوع من المسائل باستخدام القانون العام لتعميم الملاحظة السابقة:-

---

القانون العام لحل المعادلات على الصورة جا α = جتا β أو قا α = قتا β أو ظا α = ظتا β:-

① إذا كان جا α = جتا β فإن: $\alpha \pm \beta = 90° + 360°$ ن أو $\alpha \pm \beta = \frac{\pi}{2} + 2\pi$ ن ، ن ∈ ص

② إذا كان قا α = قتا β فإن: $\alpha \pm \beta = 90° + 360°$ ن أو $\alpha \pm \beta = \frac{\pi}{2} + 2\pi$ ن ، ن ∈ ص

③ إذا كان ظا α = ظتا β فإن: $\alpha + \beta = 90° + 180°$ ن أو $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2} + \pi$ ن ، ن ∈ ص

مثال :- أوجد الحل العام للمعادلات الآتية :-

(١) $جا\ 4\theta = جتا\ 2\theta$ (٢) $قتا\ 3\theta = قا\ \theta$

(٣) $2\ جا(\frac{\pi}{2} - \theta) = 1$ (٤) $ظتا\ 5\theta = ظا\ \theta$

الحل :-

(١) ∵ $جا 4\theta = جتا 2\theta \Leftarrow 4\theta \pm 2\theta = \frac{\pi}{2} + 2\pi ن$ ، $ن \in ص$

إما $6\theta = \frac{\pi}{2} + 2\pi ن$ بالقسمة على ٦ $\Leftarrow \theta = \frac{\pi}{12} + \frac{1}{3}\pi ن$

أو $2\theta = \frac{\pi}{2} + 2\pi ن$ بالقسمة على ٢ $\Leftarrow \theta = \frac{\pi}{4} + \pi ن$

∴ حل المعادلة هو $\frac{1}{12}\pi + \frac{1}{3}\pi ن$ ، أو $\frac{1}{4}\pi + \pi ن$

---

(٢) ∵ $قتا 3\theta = قا \theta \Leftarrow 3\theta \pm \theta = \frac{\pi}{2} + 2\pi ن$ ، $ن \in ص$

إما $3\theta + \theta = \frac{\pi}{2} + 2\pi ن$

∴ $4\theta = \frac{\pi}{2} + 2\pi ن$ (÷٤)

$\theta = \frac{1}{8}\pi + \frac{1}{2}\pi ن$

أو $3\theta - \theta = \frac{\pi}{2} + 2\pi ن$

∴ $2\theta = \frac{\pi}{2} + 2\pi ن$ (÷٢)

$\theta = \frac{1}{4}\pi + \pi ن$

∴ حل المعادلة هو $\frac{1}{8}\pi + \frac{1}{2}\pi ن$ أو $\frac{1}{4}\pi + \pi ن$

---

(٣) ∵ $2\ جا(\frac{\pi}{2} - \theta) = 1 \Leftarrow 2\ جا(90 - \theta) = 1 \Leftarrow 2\ جتا\theta = 1$ (÷٢)

$\Leftarrow جتا\theta = \frac{1}{2}$ (موجبة) ∴ θ تقع في الربع الأول أو الرابع

الأول $\Leftarrow \theta = 60^\circ$ الرابع $\Leftarrow \theta = 360 - 60 = 300^\circ$

∴ حل المعادلة هو 60° أو 300°

---

(٤) ∵ ظا θ = ظتا ٥θ ⇐ θ + ٥θ = $\frac{\pi}{2} + \pi$ ن ⇐ ٦θ = $\frac{\pi}{2} + \pi$ ن (÷٦)

$\theta = \frac{1}{12}\pi + \frac{1}{6}\pi$ ن

الحل العام هو $\frac{1}{12}\pi + \frac{1}{6}\pi$ ن .

مثال :- أوجد مجموعة حل كل من المعادلات الآتية :-

(١) ٢ جا θ - ١ = ٠ حيث $\theta \in]0 ، \frac{\pi}{2}[$

(٢) ٢ جتا $(\frac{\pi}{2} - \theta) + \sqrt{3} = 0$ حيث $\theta \in]0 ، 2\pi[$

(٣) ٤ جتا^2 θ - ٣ = ٠ حيث $\theta \in]0 ، 2\pi[$

الحل :- (١) ∵ ٢ جا θ - ١ = ٠ ⇐ ٢ جا θ = ١ (÷٢) ⇐ جا $\theta = \frac{1}{2}$ (موجبة)

∴ θ تقع في الربع الأول أو الثاني

الأول ⇐ $\theta = 30°$ الثاني ⇐ $\theta = 180° - 30° = 150°$ "مرفوضة"

∴ م.ح = {٣٠°}

(٢) ٢ جتا$(\frac{\pi}{2} - \theta) + \sqrt{3} = 0$ ⇐ ٢ جتا$(90 - \theta) + \sqrt{3} = 0$ ⇐ ٢ جا $\theta + \sqrt{3} = 0$

⇐ ٢ جا $\theta = -\sqrt{3}$ ⇐ جا $\theta = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ (سالبة)

∴ θ تقع في الربع الثالث أو الرابع ∵ الزاوية التي جيبها $\frac{\sqrt{3}}{2}$ هي ٦٠°

الثالث ⇐ $\theta = 180° + 60° = 240°$ الرابع ⇐ $\theta = 360° - 60° = 300°$

∴ م.ح = {٢٤٠° ، ٣٠٠°}

(٣) ∵ ٤ جتا^2 θ - ٣ = ٠ ⇐ ٤ جتا^2 θ = ٣ ⇐ جتا^2 $\theta = \frac{3}{4}$ ⇐ جتا $\theta = \pm\sqrt{\frac{3}{4}}$

∴ جتا $\theta = \pm\frac{\sqrt{3}}{2}$

إما جتا $\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$ (موجبة)

∴ θ تقع في الربع الأول والرابع

∴ $\theta = 30°$ أو $\theta = 360° - 30° = 330°$

أو جتا $\theta = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ (سالبة)

∴ θ تقع في الربع الثاني أو الثالث

∴ $\theta = 180° - 30° = 150°$ أو $\theta = 180° + 30° = 210°$

∴ م.ح = {٣٠° ، ٣٣٠° ، ١٥٠° ، ٢١٠°}

تمارين على الزوايا المنتسبة

[1] أكمل ما يأتي :-

(1) جتا $(180° - \theta)$ = ... (2) ظتا $(90° - \theta)$ = ...

(3) قا $(270° + \theta)$ = ... (4) قتا $(360° - \theta)$

(5) جا 50 = جتا ....° (6) ظا 24 = ظتا ....°

(7) جتا 67 = جا ....° (8) قتا 13 = قا ....°

(9) إذا كانت ظتا 2θ = ظا θ حيث $0° < \theta < 90°$ فإن ق$(\hat{\theta})$ = ...°

(10) إذا كانت جا 5θ = جتا 4θ حيث θ زاوية حادة موجبة فإن θ = ...°

(11) إذا كان قا θ = قا $(90° - \theta)$ فإن ظتا θ = ...

(12) إذا كان جتا θ = جا 2θ حيث θ زاوية حادة موجبة فإن جا 3θ = ...

(13) إذا كان ظا $(180° + \theta)$ = 1 حيث θ قياس أصغر زاوية موجبة فإن ق$(\hat{\theta})$ = ...°

(14) إذا كان جا α = جتا β حيث α ، β زاويتان حادتان فإن ظا $(\alpha + \beta)$ = ...

(15) إذا كان جا 5θ = جتا 4θ حيث θ زاوية حادة موجبة فإن ظا $(90° - 3\theta)$ = ...

(16) إذا كان جتا $(90° + \theta) = \frac{1}{2}$ حيث θ أصغر زاوية موجبة فإن ق$(\hat{\theta})$ = ...°

[2] أوجد قيمة ما يأتي :-

(1) جا $150°$ جتا $(-300°)$ + جتا $930°$ ظتا $240°$

(2) ظا $\frac{2\pi}{3}$ قا $\frac{11\pi}{3}$ + ظتا $\frac{11\pi}{6}$ قتا $\frac{19\pi}{6}$ + ظا $\frac{5\pi}{6}$ قتا $(-\frac{19\pi}{3})$

[3] أثبت أن :- جا $600°$ جتا $(-30°)$ + جا $150°$ جتا $(-240°)$ = -1

[4] إذا كان الضلع النهائي لزاوية قياسها θ في وضعها القياسي يقطع دائرة الوحدة في النقطة $(\frac{3}{5} ، \frac{4}{5})$ أوجد :-

(1) جا $(180° + \theta)$ ، (2) جتا $(\frac{\pi}{2} - \theta)$ ، (3) ظا $(360° - \theta)$ ، (4) قتا $(\frac{3\pi}{2} - \theta)$

٥ أوجد إحدى قيم θ حيث $0^\circ < \theta < 90^\circ$ التي تحقق كل مما :-

(١) $جا(3\theta + 15^\circ) = جتا(2\theta - 5^\circ)$

(٢) $قا(\theta + 5^\circ) = قتا(\theta + 15^\circ)$

(٣) $ظا(\theta + 20^\circ) = ظتا(3\theta + 30^\circ)$

(٤) $جتا(\frac{\theta}{2} + 20^\circ) = جا(\frac{\theta}{2} + 40^\circ)$

٦ أوجد الحل العام لكل من المعادلات الآتية :-

(١) $جا 2\theta = جتا \theta$ ، (٢) $جتا 5\theta = جا \theta$ ، (٣) $جا(4\theta + 84^\circ) = جتا(\theta - 32^\circ)$

٧ أوجد جميع قيم θ حيث $\theta \in [0 ، \frac{\pi}{2}]$ التي تحقق كل مما :-

(١) $جا \theta - جتا \theta = 0$

(٢) $قتا(\theta - \frac{\pi}{6}) = قا \theta$

(٣) $2 جتا \theta - 1 = 0$

(٤) $2 جتا(\frac{\pi}{2} - \theta) = 1$

٨ إذا كان $جتا(\frac{3\pi}{2} - \theta) = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ، $جا(\frac{\pi}{2} + \theta) = \frac{1}{2}$

أوجد أصغر قياس موجب للزاوية θ .

٩ إذا كانت الزاوية θ مرسومة في الوضع القياسي حيث $ظتا \theta = -1$ ، $قتا \theta = \sqrt{2}$

فهل يمكن أن يكون $ق(\hat{\theta}) = \frac{3\pi}{4}$ ؟ فسر إجابتك .

١٠ "**للمتفوقين**" أوجد قيمة كل مما يأتي

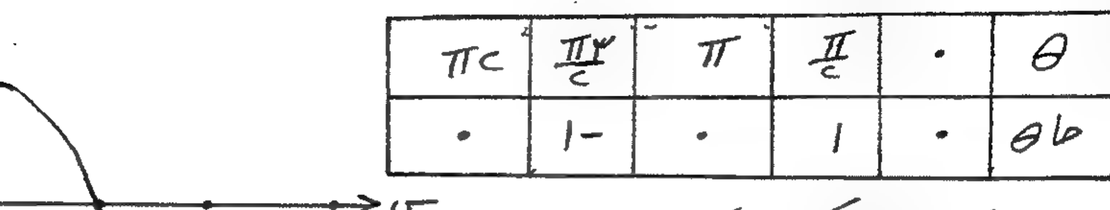
(١) $جتا 20^\circ + جتا 40^\circ + جتا 60^\circ + \dots + جتا 160^\circ + جتا 180^\circ$

(٢) $جا 1^\circ + جا 2^\circ + جا 3^\circ + \dots + جا 358^\circ + جا 359^\circ$

(٥) "التمثيل البياني للدوال المثلثية"

① دالة الجيب :-

لتمثيل الدالة د حيث د(θ) = جاθ نكون جدول من بعض قيم θ الخاصة حيث $\theta \in [0, 2\pi]$ وقيم جاθ المناظرة لها.



θ	٠	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π
جاθ	٠	١	٠	١-	٠

نرسم منحنى الدالة كما بالشكل :-

* خواص دالة الجيب :-

(١) الدالة دورية وطول دورتها 2π.

(٢) مجال الدالة =]$-\infty$ ، ∞[ومدى الدالة = [١- ، ١]

(٣) القيمة العظمى للدالة تساوي ١ وذلك عندما $\theta = \frac{\pi}{2} + 2\pi n$

(٤) القيمة الصغرى للدالة تساوي -١ وذلك عندما $\theta = \frac{3\pi}{2} + 2\pi n$ ، $n \in$ ص

---

② دالة جيب التمام :-

لتمثيل الدالة د حيث د(θ) = جتاθ نكون جدول من بعض قيم θ الخاصة حيث $\theta \in [0, 2\pi]$ وقيم جتاθ المناظرة لها.

θ	٠	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π
جتاθ	١	٠	١-	٠	١

نرسم منحنى الدالة كما بالشكل :-

* خواص دالة جيب التمام :-

(١) الدالة دورية وطول دورتها 2π .

(٢) مجال الدالة = $]-\infty ، \infty[$ ومدى الدالة = $[-١ ، ١]$

(٣) القيمة العظمى للدالة تساوي ١ وذلك عندما $\theta = \pm ٢\pi ن$

(٤) القيمة الصغرى للدالة تساوي -١ وذلك عندما $\theta = \pi \pm ٢\pi ن$ ، ن ∈ ص

"ملحوظة هامة"

كل من الدالتين: ص = أ جا ب س ، ص = أ جتا ب س دوال دورية ودورتها $\frac{٢\pi}{|ب|}$ ومداها $[-أ ، أ]$ حيث أ موجبة.

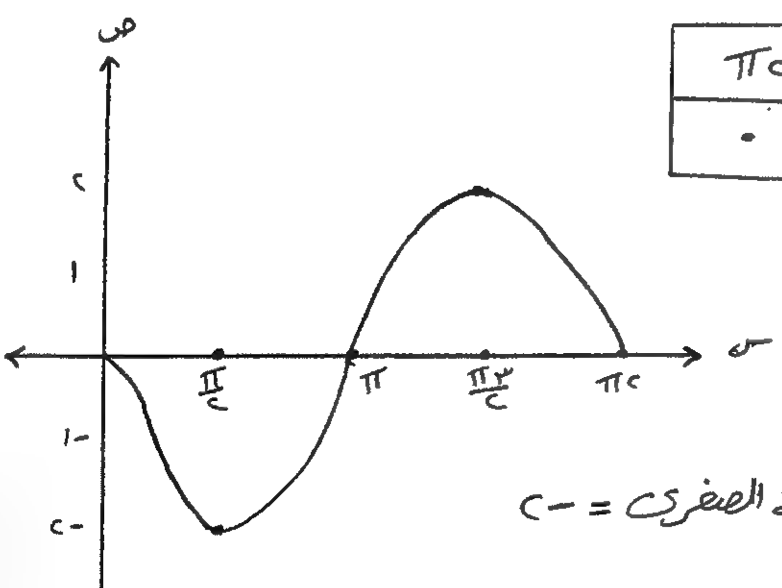
مثلا: • الدالة د(θ) = ٥ جا θ مداها $[-٥ ، ٥]$ ودورتها $\frac{٢\pi}{١} = ٢\pi$.

• الدالة د(θ) = ٣ جتا ٢θ مداها $[-٣ ، ٣]$ ودورتها $\frac{٢\pi}{٢} = \pi$.

مثال: ارسم منحنى الدالة د(θ) = ٢ جا ٣θ على الفترة $[٠ ، ٢\pi]$

الحل:

θ	٠	$\frac{\pi}{٢}$	π	$\frac{٣\pi}{٢}$	٢π
٢جا٣θ	٠	-٢	٠	٢	٠



الدالة دورية ودورتها $\frac{٢\pi}{٣}$

المجال = $]-\infty ، \infty[$

المدى = $[-٢ ، ٢]$

القيمة العظمى للدالة = ٢ ، القيمة الصغرى = -٢

---

* تدريب * ارسم منحنى الدالة د(θ) = $\frac{١}{٢}$ جتا ٢θ في الفترة $[٠ ، ٢\pi]$

تمارين على " رسم الدوال المثلثية "

١ أكمل ما يأتي :-

(١) مدى الدالة د حيث د(θ) = جا θ هو .... وطول دورتها ....

(٢) مدى الدالة د حيث د(θ) = ٢ جا θ هو ...... وطول دورتها ......

(٣) القيمة العظمى للدالة ع : ع(θ) = ٤ جا θ هو ......

(٤) القيمة الصغرى للدالة ع : ع(θ) = ٥ جتا θ هو .....

(٥) الدالة د(θ) = ٢ جا ٢ θ دالة دورية ودورتها تساوي ......

٢ ارسم الشكل البياني لكل من الدوال الآتية حيث θ ∋ [٠ ، ٢π]

وعين القيمة العظمى والصغرى والمدى لكل من الدوال الآتية

(١) د(θ) = جا θ

(٢) ص = $\frac{1}{2}$ جا θ

(٣) ص = ٣ جتا θ

(٤) ص = $\frac{3}{2}$ جتا θ

(٥) ص = ٣ جا ٣ θ

(٦) ص = ٦ جا(٥ θ) + ١٠

(٦) "إيجاد قياس زاوية بمعلومية إحدى نسبها المثلثية"

* إذا كانت ص = حا θ فإنه يمكن إيجاد قيمة ص بمعلومية θ

مثلاً :- إذا كانت θ = ٣٠° ⇐ ص = جا ٣٠° = $\frac{1}{2}$

"والسؤال هنا" هل يمكن إيجاد θ بمعلومية ص ؟!!

⇐ هناك صورة تستخدم لإيجاد θ بمعلومية ص :-

فإذا كانت ص = حا θ ⇐ θ = حا$^{-1}$ ص

مثلاً :- إذا كانت ص = $\frac{1}{2}$ ⇐ حا θ = $\frac{1}{2}$ فإن θ = حا$^{-1}$ $\frac{1}{2}$

"أي نبحث عن الزاوية الحادة الموجبة التي جيبها يساوي $\frac{1}{2}$ وهي ٣٠°

وتكتب على الحاسبة بالصورة :- on ⇒ shift sin ($\frac{1}{2}$) = 30°

مثال ① :- أوجد قيمة θ حيث ٠° < θ < ٣٦٠° والتي تحقق كل مما يأتي

١) حا$^{-1}$ (٠٫٩٦٦٩)   ٣) ظا$^{-1}$ $\sqrt{3}$ ٥) قا$^{-1}$ ٢

٢) جتا$^{-1}$ ($\frac{1}{2}$)   ٤) حا$^{-1}$ (−$\frac{1}{2}$)   ٦) ظتا$^{-1}$ (−٢٫٠٤٦٠١)

الحل :-

(٢) ∵ جيب تمام الزاوية موجب ∴ θ تقع في الربع الأول أو الرابع

الأول ⇐ θ = ٦٠°   الرابع ⇐ θ = ٣٦٠° − ٦٠° = ٣٠٠°

∴ قيم θ = ٦٠° أ، ٣٠٠°

(٣) ∵ ظل الزاوية موجب ∴ θ تقع في الربع الأول أو الثالث

الأول ⇐ θ = ٦٠°   الثالث ⇐ θ = ١٨٠° + ٦٠° = ٢٤٠°

∴ قيم θ = ٦٠° أ، ٢٤٠°

(ع) ∵ جيب الزاوية سالب ∴ θ تقع في الربع الثالث أو الرابع

الثالث ⇐ $\theta = 180° + 30° = 210°$ الرابع ⇐ $\theta = 360° - 30° = 330°$

∴ قيم $\theta = 210°$ أو $330°$

(ه) ∵ θ = قا$^{-1}$ ... ⇐ θ = جتا$^{-1}$ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

∵ جيب تمام الزاوية موجب ∴ θ تقع في الربع الأول أو الرابع

الأول ⇐ $\theta = 45°$ الرابع ⇐ $\theta = 360° - 45° = 315°$

∴ قيم $\theta = 45°$ أو $315°$

(٥) ∵ جيب الزاوية موجب ∴ θ تقع في الربع الأول أو الثاني

الأول ⇐ $\theta = 75°\ 14'$ الثاني ⇐ $\theta = 180° - 75°\ 14' = 104°\ 46'$

(٦) ∵ ظل تمام الزاوية سالب ∴ θ تقع في الربع الثاني أو الرابع

باستخدام الحاسبة ⇐ shift tan (1.6204 x^{-1}) = ... = $31°\ 40'\ 48''$

الثاني ⇐ $\theta = 180° - 31°\ 40'\ 48'' = 148°\ 19'\ 12''$ الرابع ⇐ $\theta = 360° - 31°\ 40'\ 48'' = 328°\ 19'\ 12''$

∴ قيم $\theta = 148°\ 19'\ 12''$ أو $328°\ 19'\ 12''$

تدريب أوجد θ حيث $0° < \theta < 360°$ والتي تحقق كل مما يأتي:

(١) جا$^{-1}$ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (٣) جتا$^{-1}$ ٠٫٥٤٨١

(٢) قتا$^{-1}$ (−٢) (٤) ظتا$^{-1}$ ٢٫٠٦٠٤

مثال ②: إذا قطع الضلع النهائي لزاوية موجهة قياسها θ في وضعها القياسي دائرة الوحدة في النقطة ب $(-\frac{3}{5}, \frac{4}{5})$ فأوجد θ حيث $0° < \theta < 360°$

الحل: ∵ النقطة ب $(-\frac{3}{5}, \frac{4}{5})$ تقع في الربع الثاني لأنه س < ٠ ⊖ ، ص > ٠ ⊕

∵ الزاوية الموجهة θ تقع في الربع الثاني

∵ حا θ = ص = $\frac{3}{5}$ ⟸ θ = حا$^{-1}$ $\frac{3}{5}$ = $36°\ 52'\ 12''$

∴ $\theta = 180° - 36°\ 52'\ 12'' = 143°\ 7'\ 48''$.

مثال ③ سلم طوله ١٦ متر يستند على حائط رأسي وأرض أفقية فإذا كان ارتفاع السلم عن سطح الأرض يساوي ١٠ متر أوجد بالراديان زاوية ميل السلم على الأرض

الحل :- ∵ السلم يصنع مع الحائط والأرض مثلث قائم الزاوية

وليكن △ أ ب جـ قائم في ب

وزاوية ميل السلم على الأرض هي θ

∵ جا θ = $\frac{أب}{أجـ}$ = $\frac{10}{16}$ ∵ $0° < \theta < 90°$

∴ $\theta°$ = حا$^{-1}$ $\frac{10}{16}$ ≃ $38°\ 40'\ 55''$

∴ $\theta^{د} = \theta° \times \frac{\pi}{180°}$ ⟸ $\theta^{د} = 38°\ 40'\ 55'' \times \frac{\pi}{180°} \simeq 0.68^{د}$ #

(أ، ب، جـ، ١٠م، ١٦م، السلم، الحائط، الأرض)

تمارين على " إيجاد قياس زاوية بمعلومية إحدى النسب المثلثية "

① أكمل :-

(١) إذا كان حا θ = ٠.٣٢٥٤ حيث θ حادة موجبة فإن ق($\hat{\theta}$) = ...°

(٢) إذا كان ظا θ = ١.٨ وكانت $90° < \theta < 360°$ فإن ق($\hat{\theta}$) = ...°

② إذا كانت $0° < \theta < 360°$ فأوجد θ التي تحقق كلا مما يأتي :-

(١) حا$^{-1}$ ٠.٨٦٦٠٣ (٢) جتا$^{-1}$ (-٠.٦٤٢٠) (٣) ظا$^{-1}$ (-١.٤٥٦٠)

③ إذا قطع الضلع النهائي للزاوية θ في الوضع القياسي دائرة الوحدة في النقطة ($\frac{\sqrt{3}}{2}$ ، $\frac{1}{2}$) أوجد ق($\hat{\theta}$) حيث $0° < \theta < 360°$

④ سلم طوله ٥م يستند على حائط رأسي فإذا كان ارتفاع السلم عن سطح الأرض ٣م أوجد بالراديان زاوية ميل السلم على الأفقي .

تمارين عامة

أجب عن الأسئلة الآتية مقربًا الناتج لأقرب رقمين عشريين:

① حوِّل الزوايا الآتية من درجات إلى راديان:

(أ) 120° ــــــــ (ب) $64,8^\circ$ ــــــــ (جـ) $22^\circ\ 36'\ 20''$ ــــــــ

② حول الزوايا الآتية من راديان إلى درجات:

(أ) $\frac{5\pi}{3}$ ــــــــ (ب) $-\frac{3\pi}{2}$ ــــــــ (جـ) $1,12^\circ$ ــــــــ

③ θ زاوية مركزية في دائرة طول نصف قطرها نق وتحصر قوسًا طوله ل:

(أ) إذا كان نق = ٨ سم، $\theta = 1,2^\circ$ أوجد ل. ....

(ب) إذا كان ل = ٢٦ سم، نق = ١٨ سم أوجد θ بالدرجات. ....

④ بدون استخدام الآلة الحاسبة أوجد قيمة كل مما يأتي:

(أ) ظا 120° (ب) جا $(\frac{13\pi}{6})$ (جـ) جتا 330° (د) ظتا (-300°) (هـ) قتا $(\frac{\pi}{3})$

ــــــــ ــــــــ ــــــــ ــــــــ ــــــــ

⑤ أوجد جميع الدوال المثلثية للزاوية θ إذا كان الضلع النهائي مرسومًا في الوضع القياسي ويمر بكل نقطة من النقاط الآتية:

(أ) $(4, 3)$ (ب) $-(5, -12)$ (جـ) $(-\frac{3}{2}, -2)$ (د) $(-\sqrt{5}, 2)$

ــــــــ ــــــــ ــــــــ ــــــــ

⑥ (أ) أثبت أن:

أولًا: جا 60° = ٢ جا 30° جتا 30° ثانيًا: جتا 300° = ٢ جا^2 60° − ١

(ب) إذا كانت جتا $\theta = -\frac{4}{5}$ حيث $90^\circ < \theta < 180^\circ$ فأوجد قيمة كل من:

أولًا: جا $(180^\circ - \theta)$ ثانيًا: ظا $(\theta - 180^\circ)$

ــــــــ ــــــــ

⑦ أوجد قياس الزوايا بالدرجات في الفترة $0^\circ \leqslant \theta \leqslant 360^\circ$ لكل مما يأتي:

(أ) ظا$^{-1}$ ١ (ب) جا$^{-1}$ $(\frac{1}{2})$ (جـ) جتا$^{-1}$ $(\frac{\sqrt{3}}{2})$ (د) ظا$^{-1}$$(-\sqrt{3})$

ــــــــ ــــــــ ــــــــ ــــــــ

⑧ منحدرًا طوله ٢٤ مترًا، وارتفاعه عن سطح الأرض ٩ أمتار، اكتب دالة مثلثية يمكن استخدامها لإيجاد قياس زاوية ميل المنحدر مع الأرض الأفقية، ثم أوجد قياسها. ....

اختبار الوحدة

اختر الاجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاه.

(١) الزاوية ٥٨٥° تكافيء في الوضع القياسي الزاوية التي قياسها:

(أ) ٤٥° (ب) ١٣٥° (ج) ٢٢٥° (د) ٣١٥°

(٢) إذا كان جاθ < ٠، ظا θ > ٠ فإن زاوية تقع θ في الربع:

(أ) الأول (ب) الثاني (ج) الثالث (د) الرابع

(٣) إذا كانت θ زاوية حادة وكان جا (θ + ٢٠°) = جتا ٣٠° فإن ق ($\angle$ θ) تساوي:

(أ) ٢٠° (ب) ٣٠° (ج) ٤٠° (د) ٥٠°

(٤) الزاوية (−٨٥٠°) تقع في الربع:

(أ) الأول (ب) الثاني (ج) الثالث (د) الرابع

(٥) قياس الزاوية بالدرجات التي تقابل قوسًا طوله ٦π في دائرة طول نصف قطرها ٩سم تساوي:

(أ) ٣٠° (ب) ٦٠° (ج) ١٢٠° (د) ١٥٠°

(٦) أبسط صورة للمقدار: جتا (١٨٠° + θ) + جا (٩٠° + θ) يساوي:

(أ) ٠ (ب) ٢ (ج) ٢ جتا θ (د) ٢ جا θ

(٧) ظا (−٣٠°) تساوي:

(أ) $-\sqrt{3}$ (ب) $-\frac{1}{\sqrt{3}}$ (ج) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (د) $\sqrt{3}$

أجب عن الأسئلة الآتية:

(٨) $\overset{\frown}{أب}$ قوس في دائرة مركزها و وطول نصف قطرها ١٠ سم، أب = ١٦ سم.
أوجد θ بالقياس الدائري ثم أوجد طول القوس $\overset{\frown}{أب}$:

(٩) إذا كان ٥ جا أ = ٤ حيث ٩٠° < أ < ١٨٠°
فأوجد قيمة المقدار جا (١٨٠° − أ) + ظا (٣٦٠° − أ) + ٢جا (٢٧٠° − أ)

(١٠) أوجد في أبسط صورة قيمة المقدار: جا ١٢٠° جتا ٣٣٠° − جتا ٤٢٠° جا (−٣٠°).

(١١) اوجد بالرديان ق ($\angle$ أ) إذا كان ٢ جتا أ + $\sqrt{3}$ = ٠ حيث أ قياس زاوية حادة.

(١٢) إذا كان الضلع النهائي للزاوية في الوضع القياسي يقطع دائرة الوحدة عند النقطة ($-\frac{\sqrt{3}}{2}$ ، $\frac{1}{2}$) فأوجد قيمة كل من: ظاθ ، قاθ

(١٣) أوجد الدوال المثلثية الأساسية للزاوية θ إذا كان الضلع النهائي مرسومًا في الوضع القياسي ويمر بالنقطة (٦، −٨)

اختبار تراكمي

أولا: أسئلة الاختيار من متعدد

(1) أى من الزوايا الآتية يكون الجيب وجيب التمام لها سالبين :

(أ) ٤٠° (ب) ١٤٠° (جـ) ٢٢٠° (د) ٣٢٠°

(2) قياس الزاوية المركزية التى تقابل قوسًا طوله ٢π فى دائرة طول نصف قطرها ٦ سم يساوى :

(أ) $\frac{\pi}{٦}$ (ب) $\frac{\pi}{٤}$ (جـ) $\frac{\pi}{٣}$ (د) $\frac{\pi}{٢}$

(3) إذا كان ظا ٤θ = ظتا٢θ حيث θ زاوية حادة موجبة فإن جا$(٩٠° - \theta)$ تساوى :

(أ) $\frac{١}{٢}$ (ب) $\frac{١}{\sqrt{٢}}$ (جـ) $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ (د) ١

ثانيا: أجب عن الأسئلة الآتية:

(4) إذا كان الضلع النهائى للزاوية θ فى الوضع القياسى يقطع دائرة الوحدة عند النقطة $(\frac{١}{٢}, \frac{\sqrt{٣}}{٢})$ فأوجد قيمة كل من ظتاθ، قتاθ.

(5) بدون استخدام الآلة الحاسبة أوجد (إن أمكن ذلك) قيمة كل من :

(أ) جتا ٢١٠° (ب) جا $(-١٣٥°)$ (جـ) قا $\frac{٣\pi}{٢}$ (د) ظتا $(-\frac{٢\pi}{٣})$

(6) إذا كان الضلع النهائى للزاوية $(٩٠° - \theta)$ حيث θ زاوية حادة موجبة، يقطع دائرة طول نصف قطرها ٥ وحدات طول فى النقطة (٤ ، ك) فأوجد :

(أ) قيمة ك (ب) جا $(٩٠° - \theta)$ (جـ) جتا $(٩٠° - \theta)$ (د) ق$(\angle \theta)$

(7) دراجات: يصعد كريم بدراجته منحدرًا يميل على الأفقى بزاوية قياسها ١٥٥° فى الوضع القياسى

(أ) اكتب دالة مثلثية تبين العلاقة بين أ وطول المنحدر.

(ب) أوجد قيمة أ لأقرب عددين عشريين.

الإبداع

في الرياضيات

ثالثا:

الهندسة

الوحدة الثالثة (التشابه)

١) تشابه المضلعات
٢) تشابه المثلثات
٣) تابع تشابه المثلثات
٤) العلاقة بين مساحتي سطحي مضلعين متشابهين
٥) تطبيقات التشابه في الدائرة

تمارين عامة علي الوحدة

اختبار الوحدة

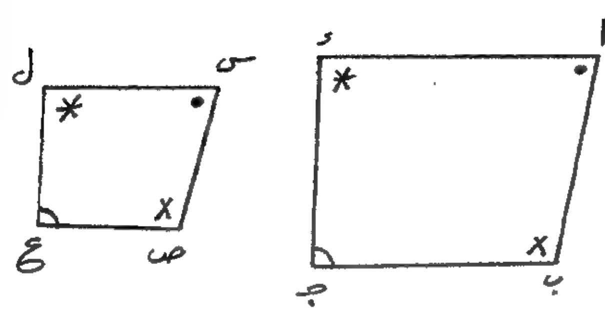
"(١) تشابه المضلعات"

تعريف :-

يقال لمضلعين (لهما نفس العدد من الأضلاع) أنهما متشابهان إذا تحقق الشرطين الآتيين معاً :-

(١) الزوايا المتناظرة متساوية في القياس (متطابقة) .

(٢) أطوال الأضلاع المتناظرة متناسبة .



* في الشكل المقابل :- إذا كان :-

① ق(∠ا) = ق(∠س) ، ق(∠ب) = ق(∠ص)

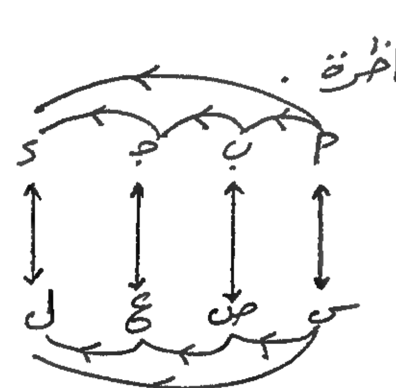
، ق(∠جـ) = ق(∠ع) ، ق(∠د) = ق(∠ل)

② $\frac{اب}{س ص} = \frac{ب جـ}{ص ع} = \frac{جـ د}{ع ل} = \frac{د ا}{ل س}$.

فإن المضلع ا ب جـ د ~ المضلع س ص ع ل "والعلاقة ~ تعني التشابه"

"ملاحظات هامة"

① يجب كتابة المضلعين المتشابهين بنفس ترتيب رؤوسهما المتناظرة .



فإذا كان المضلع ا ب جـ د ~ المضلع س ص ع ل فإن

∠ا ≡ ∠س ، ∠ب ≡ ∠ص ، ∠جـ ≡ ∠ع ، ∠د ≡ ∠ل

، $\frac{اب}{س ص} = \frac{ب جـ}{ص ع} = \frac{جـ د}{ع ل} = \frac{ا د}{س ل}$ = ك "معامل التشابه"

• ويكون معامل تشابه المضلع ا ب جـ د للمضلع س ص ع ل = ك .

• أما معامل تشابه المضلع س ص ع ل للمضلع ا ب جـ د = $\frac{1}{ك}$. ← "خد بالك"

② لكي يتشابه مضلعين يجب توافر الشرطين معاً ولا يكفي توافر أحدهما دون الآخر .

مثلاً :- • المربع والمستطيل مضلعان غير متشابهان (لماذا؟)

• المربع والمعين مضلعان غير متشابهان (لماذا؟)

• ليست جميع المستطيلات متشابهة وكذلك المعينات ومتوازيات الأضلاع

③ المضلعان المتطابقان متشابهان ويكون معامل التشابه = ١ (مهمة)

④ المضلعان المشابهان لثالث متشابهان .

⑤ أي مضلعين منتظمين لهما نفس العدد من الأضلاع متشابهان .

مثلا :- • جميع المثلثات المتساوية الأضلاع متشابهة

• جميع المربعات متشابهة • جميع الأشكال الخماسية المنتظمة متشابهة وهكذا....

⑥ إذا كان المضلع م١ ~ المضلع م٢ فإن $\frac{\text{محيط المضلع م١}}{\text{محيط المضلع م٢}}$ = معامل التشابه

أي أن :- النسبة بين محيطي مضلعين متشابهين = النسبة بين طولي ضلعين متناظرين فيهما (مهمة جداً)

⑦ لتكن ك هو معامل تشابه المضلع م١ للمضلع م٢

* إذا كان ك > ١ فإن المضلع م١ هو تكبير للمضلع م٢ .

* إذا كان ٠ < ك < ١ فإن المضلع م١ هو تصغير للمضلع م٢ .

* إذا كان ك = ١ فإن المضلع م١ يطابق المضلع م٢ .

مثال ① :- في الشكل المقابل :-

(ضلع جـ د = ١٥ سم، أ د = ١٢ سم، أ ب = (ص + ٢)؛ ضلع ح ز = س سم، ح هـ = ٨ سم، هـ و = ٦ سم)

المضلع أ ب جـ د ~ المضلع هـ و ز ح

(١) أوجد معامل تشابه المضلع أ ب جـ د للمضلع هـ و ز ح

(٢) أوجد قيمة س ، ص

(٣) إذا كان محيط المضلع أ ب جـ د = ٥٤ سم . أوجد محيط المضلع هـ و ز ح .

الحل :- ∵ المضلع أ ب جـ د ~ المضلع هـ و ز ح

∴ فيكون $\frac{أب}{هـو} = \frac{بجـ}{وز} = \frac{جـد}{زح} = \frac{أد}{هـح}$ = معامل التشابه

⇐ $\frac{ص+٢}{٦} = \frac{بجـ}{وز} = \frac{١٥}{س} = \frac{١٢}{٨}$ ⇐ معامل التشابه = $\frac{١٢}{٨}$ = $\boxed{\frac{٣}{٢}}$

$\because \frac{15}{س} = \frac{12}{8} \Leftarrow س = \frac{15 \times 8}{12} = 10$ سم ، $\frac{ص+2}{6} = \frac{12}{8} \Leftarrow ص+2 = \frac{12 \times 6}{8} = 9$

$\therefore ص + 2 = 9 \Leftarrow ص = 7$ سم

$\because \frac{\text{محيط المضلع أ ب جـ د}}{\text{محيط المضلع هـ و ز ح}} = \text{معامل التشابه} \Leftarrow \frac{45}{\text{محيط المضلع هـ و ز ح}} = \frac{3}{2}$

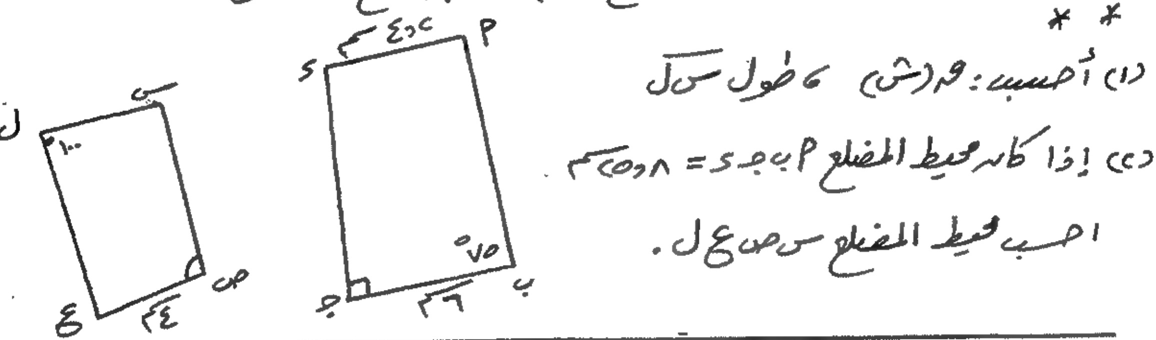
$\therefore$ محيط المضلع هـ و ز ح $= \frac{2 \times 45}{3} = 30$ سم .

*** تدريب *** من الشكل المقابل :. المضلع أ ب جـ د ~ المضلع س ص ع ل

(1) أحسب : ق(∠ش) ، طول س ل

(2) إذا كان محيط المضلع أ ب جـ د = 80 سم

أحسب محيط المضلع س ص ع ل .



مثال ⑤ :. مضلعان متشابهان أحدهما أطوال أضلاعه 3 ، 5 ، 6 ، 8 ، 10 من السنتيمترات والآخر محيطه 48 سم . أوجد أطوال أضلاع المضلع الثاني .

الحل :. نفرض أن المضلعان هما أ ب جـ د هـ ، س ص ع ل م

بحيث أ ب = 3 سم ، ب جـ = 5 سم ، جـ د = 6 سم ، د هـ = 8 سم ، أ هـ = 10 سم

ومحيط المضلع س ص ع ل م = 48 سم

$\because$ المضلع أ ب جـ د هـ ~ المضلع س ص ع ل م

$\therefore \frac{أب}{س ص} = \frac{ب جـ}{ص ع} = \frac{جـ د}{ع ل} = \frac{د هـ}{ل م} = \frac{أ هـ}{م س} = \frac{\text{محيط المضلع أ ب جـ د هـ}}{\text{محيط المضلع س ص ع ل م}}$ « خواص التناسب »

$\Leftarrow \frac{3}{س ص} = \frac{5}{ص ع} = \frac{6}{ع ل} = \frac{8}{ل م} = \frac{10}{م س} = \frac{3+5+6+8+10}{48} = \frac{32}{48} = \boxed{\frac{2}{3}}$

$\therefore س ص = \frac{3 \times 3}{2} = 4{,}5$ سم ، ص ع $= \frac{3 \times 5}{2} = 7{,}5$ سم ، ع ل = 9 سم ، ل م = 12 سم ، س م = 15 سم

#

مثال ③ :- أ ب جـ د مستطيل فيه أ ب = ٥ سم ، ب جـ = ٨ سم ، أوجد أبعاد مستطيل آخر مشابه له إذا كان :- أ- معامل التشابه = ١٫٤ ب- معامل التشابه = ٠٫٦

الحل :- أ ∵ معامل التشابه = ١٫٤ ∴ المستطيل س ص ع ل هو تكبير للمستطيل أ ب جـ د

مع العلم أننا فرضنا المستطيل الآخر س ص ع ل

لفرض المستطيل س ص ع ل ~ المستطيل أ ب جـ د فيكون :-

$\frac{س ص}{أ ب} = \frac{ص ع}{ب جـ} = \frac{ع ل}{جـ د} = \frac{س ل}{أ د}$ = معامل التشابه ⇐ $\frac{س ص}{٥} = \frac{ص ع}{٨} = ١٫٤$

∴ س ص = ١٫٤ × ٥ = ٧ سم ، ص ع = ١٫٤ × ٨ = ١١٫٢ سم

ب ∵ معامل التشابه = ٠٫٦ ∴ المستطيل س ص ع ل هو تصغير للمستطيل أ ب جـ د

⇐ $\frac{س ص}{٥} = \frac{ص ع}{٨} = ٠٫٦$ ⇐ س ص = ٣ سم ، ص ع = ٤٫٨ سم

المستطيل الذهبي :- هو مستطيل يمكن تقسيمه إلى مربع ومستطيل آخر مشابه للمستطيل الأصلي ، بشرط يكون طوله أصغر من ضعف عرضه وتسمى النسبة الثابتة بين طول المستطيل الذهبي إلى عرضه بالنسبة الذهبية " . والنسبة الذهبية هي ١٫٦١٨ : ١ تقريباً

مثال ④ :- (١) إذا كان لديك مستطيل بعداه ٧٫٤ سم ، ١٢ سم فهل هذا المستطيل يقترب من الذهبي ؟

(٢) ما هو طول مستطيل ذهبي عرضه يساوي ٥ سم لأقرب سنتيمتر ؟

(٣) ما عرض مستطيل ذهبي طوله ١٩٫٤ سم لأقرب سنتيمتر ؟

(٤) هل جميع المستطيلات الذهبية متشابهة ؟

الحل :- (١) $\frac{الطول}{العرض} = \frac{١٢}{٧٫٤}$ ≃ ١٫٦١٧ ∴ هذا المستطيل يقترب من المستطيل الذهبي

(٢) ∵ $\frac{الطول}{العرض}$ = ١٫٦١٨ ⇐ $\frac{الطول}{٥}$ = ١٫٦١٨ ⇐ الطول ≃ ٨ سم

(٣) ∵ $\frac{الطول}{العرض}$ = ١٫٦١٨ ⇐ $\frac{١٩٫٤}{العرض}$ = ١٫٦١٨ ⇐ العرض ≃ ١٢ سم

(٤) نعم ، جميع المستطيلات الذهبية متشابهة (لماذا ؟؟)

تمارين على " تشابه مضلعين "

[١] أكمل ما يأتي :-

(١) المضلعان المشابهان لثالث ......

(٢) أي مضلعين منتظمين لهما نفس العدد من الأضلاع يكونان ....

(٣) إذا كان معامل التشابه لمضلعين = ١ فإن المضلعين ......

(٤) المثلثان المتساويا الأضلاع ....

(٥) مستطيل ذهبي عرضه ٧ سم فإن طوله ......سم

(٦) إذا كانت النسبة بين طولي ضلعين متناظرين في مضلعين متشابهين ٣ : ٢ فإن النسبة بين محيطيهما ......

(٧) مضلعان متشابهان النسبة بين طولي ضلعين متناظرين فيهما ٣ : ٤ فإذا كان محيط المضلع الأصغر ١٥ سم فإن محيط المضلع الأكبر ....سم .

(٨) إذا كان المضلع أ ب جـ د ~ المضلع س ص ع ل فإن :-

* $\frac{\text{أ ب}}{\text{ب جـ}} = \frac{\text{......}}{\text{ص ع}}$ ، أ ب × ع ل = س ص × .....

* $\frac{\text{ب جـ + ص ع}}{\text{ص ع}} = \frac{\text{..... + ل س}}{\text{ل س}}$ ، $\frac{\text{محيط المضلع .....}}{\text{محيط المضلع .....}} = \frac{\text{س ص}}{\text{أ ب}}$

---

[٢] من الشكل المقابل :- المضلع أ ب جـ د ~ المضلع س ص ع ل

فإذا كان أ ب = ١٠,٥ سم ، ب جـ = ٨ سم

، جـ د = ٥ سم ، د أ = ٦ سم ، ل س = ٣ سم

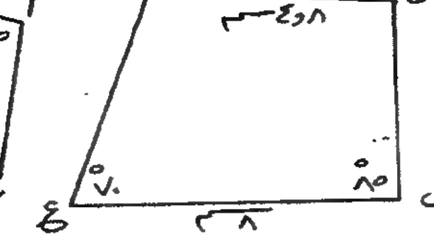
أوجد :- (١) معامل تشابه المضلع س ص ع ل للمضلع أ ب جـ د

(٢) س ص ، ص ع ، ع ل

[٣] مستطيل بعداه ١٠ سم ، ٦ سم أوجد محيط ومساحة مستطيل آخر مشابه له

إذا كان أ- معامل التشابه = ٣ ، ب- معامل التشابه = ٠,٤

٤ 
في الشكل المقابل :- المضلع أ ب جـ د ~ المضلع س ص ع ل



(١) أحسب ق(∠ س ل ع) ، طول أد

(٢) إذا كان محيط المضلع أ ب جـ د = ١٩,٥ سم

أوجد محيط المضلع س ص ع ل .

٥ المضلع أ ب جـ د ~ المضلع س ص ع ل فإذا كان أب = ٣٢ سم ، ب جـ = ٤٠ سم

س ص = ٣م − ١ ، ص ع = ٣م + ١ . أوجد قيمة م العددية

٦ مستطيلان متشابهان بعدا الأول ٨ سم ، ١٢ سم ، ومحيط الثاني ٢٠٠ سم

طول المستطيل الثاني ومساحته .

٧ علبة على شكل مستطيل طوله ٢٤ سم وعرضه ١٢ سم هل هذا المستطيل يقترب من

المستطيل الذهبي ؟ ولماذا ؟

٨ علبة على شكل مستطيل ذهبي طوله ٢,١٦ سم أحسب عرض العلبة لأقرب سم .

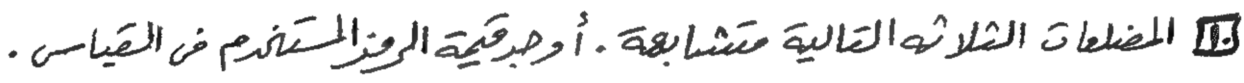
٩ في الشكل المقابل :-

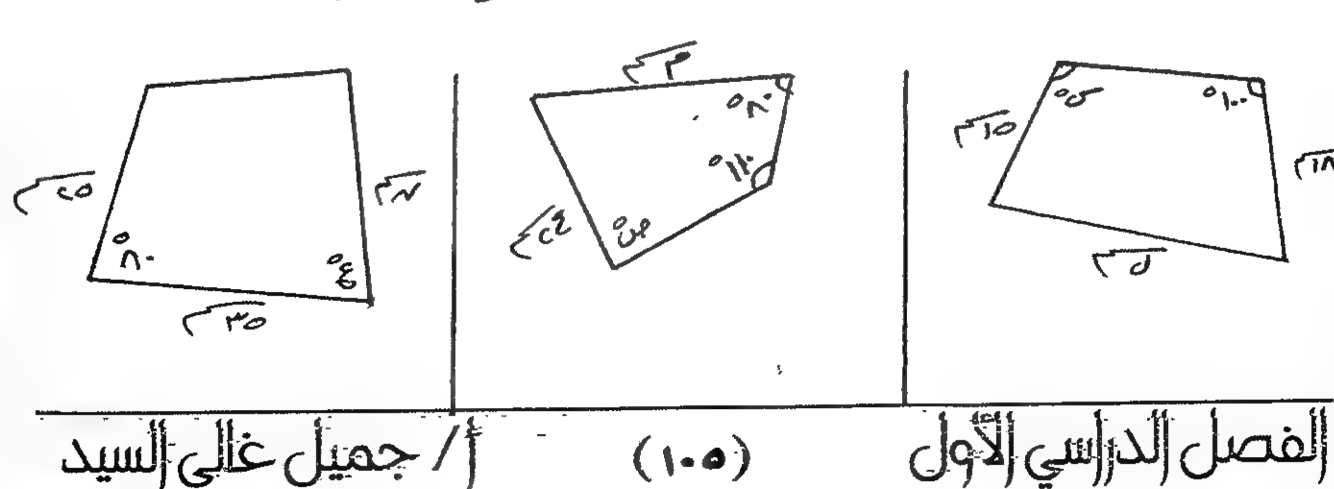
△ أ ب جـ ~ △ د هـ و

د هـ = ٨ سم ، هـ و = ٩ سم ، و د = ١٠ سم

إذا كان محيط △ أ ب جـ = ٨١ سم

أوجد أطوال أضلاع △ أ ب جـ

١٠ 
المضلعات الثلاثة التالية متشابهة . أوجد قيمة الرموز المستخدم في القياس .

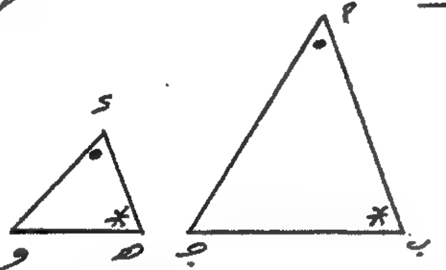


(٢) تشابه المثلثات

تمهيد: من الدرس السابق علمنا أنه لكي يتشابه مضلعان يجب أن يتحقق شرطا التشابه معًا ولا يكفي تحقق أحدهما دون الآخر.

← أما في المثلثات فقد علمنا في الصف الثاني الإعدادي أنه لكي يتشابه مثلثان يكفي تحقق شرط واحد فقط من الشرطين السابق ذكرهما.

مسلمة: إذا طابقت زاويتان من مثلث نظائرهما من مثلث آخر كان المثلثان متشابهان



* في الشكل المقابل: ∠أ ≡ ∠د ، ∠ب ≡ ∠هـ

فإن △ أ ب جـ ~ △ د هـ و وينتج من التشابه أن:

الأضلاع المتناظرة متناسبة ⇐ $\frac{أب}{دهـ} = \frac{بجـ}{هـو} = \frac{أجـ}{دو}$

* حالات خاصة *

① المثلثان المتساويا الأضلاع متشابهان.

② يتشابه المثلثين القائما الزاوية إذا ساوى قياس إحدى الزاويتين الحادتين في أحدهما قياس إحدى الزاويتين الحادتين من الآخر.

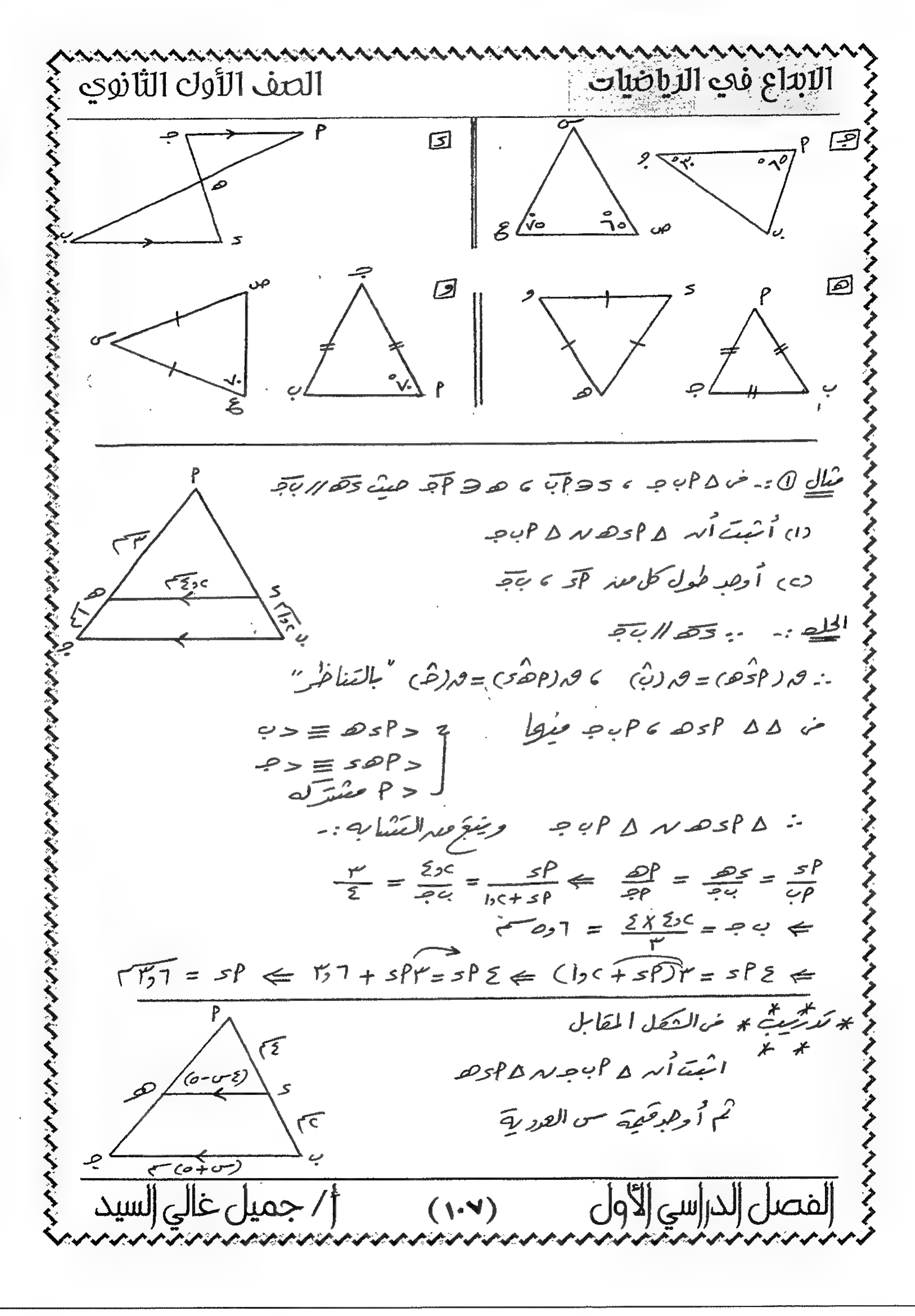
③ يتشابه المثلثان المتساويا الساقين:-

* إذا ساوى قياس إحدى زاويتي القاعدة في أحدهما قياس إحدى زاويتي القاعدة من الآخر.
* إذا ساوى قياس زاوية الرأس في أحدهما قياس زاوية الرأس من الآخر.

* تدريب * بين أيًا من أزواج المثلثات التالية تكون متشابهة ثم اكتب أسماء المثلثات المتشابهة

(أ)

(ب)



مثال ①: في Δ أبجـ ، د ∈ أب ، هـ ∈ أجـ حيث دهـ // بجـ

(١) أثبت أن Δ أدهـ ~ Δ أبجـ

(٢) أوجد طول كل من أد ، بجـ

الحل: ∵ دهـ // بجـ

∴ ق(∠أدهـ) = ق(∠ب) ، ق(∠أهـد) = ق(∠جـ) "بالتناظر"

في ΔΔ أدهـ ، أبجـ فيهما:

- ∠ أدهـ ≡ ∠ ب
- ∠ أهـد ≡ ∠ جـ
- ∠ أ مشترك

∴ Δ أدهـ ~ Δ أبجـ وينتج من التشابه:-

أد / أب = دهـ / بجـ = أهـ / أجـ ⇐ أد / (أد + ١,٢) = ٤,٢ / بجـ = ٣ / ٤

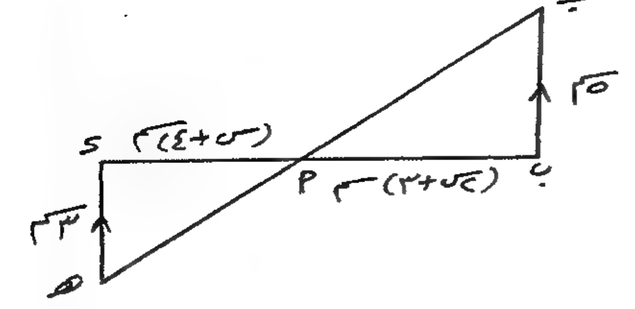
⇐ بجـ = (٤ × ٤,٢) / ٣ = ٥,٦ سم

⇐ ٤ أد = ٣ (أد + ١,٢) ⇐ ٤ أد = ٣ أد + ٣,٦ ⇐ أد = ٣,٦ سم

* تدريب * في الشكل المقابل

اثبت أن Δ أبجـ ~ Δ أدهـ

ثم أوجد قيمة س العددية



مثال ② في الشكل المقابل :-

اثبت أن Δ أ ب جـ ~ Δ أ د هـ

ثم أوجد قيمة س العددية .

الحل :- ∵ ب جـ // د هـ

∴ ق(∠ب) = ق(∠د) ، ق(∠جـ) = ق(∠هـ) "بالتبادل"

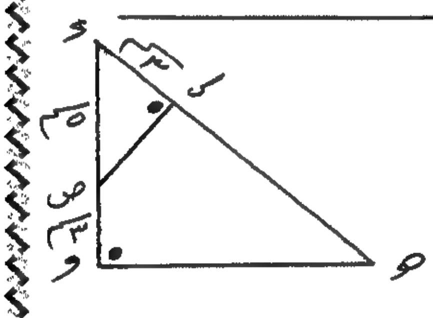
في ΔΔ أ ب جـ ، أ د هـ وفيهما

ق(∠ب) = ق(∠د)
ق(∠جـ) = ق(∠هـ)
ق(∠ب أ جـ) = ق(∠د أ هـ) "بالتقابل بالرأس"

∴ Δ أ ب جـ ~ Δ أ د هـ وينتج :-

$\frac{أب}{أد} = \frac{ب جـ}{د هـ} = \frac{أجـ}{أهـ} \Leftarrow \frac{٢س+٣}{س+٤} = \frac{٥}{٣} \Leftarrow ٣(٢س+٣) = ٥(س+٤)$

∴ ٦س + ٩ = ٥س + ٢٠ ⇐ **س = ١١**



*** تدريب *** في الشكل المقابل :-

اثبت أن Δ د س ص ~ Δ د و هـ

ثم أوجد طول س هـ

مثال ③ :- أهـ ، ب جـ وتران متقاطعان في دائرة في نقطة د حيث د منتصف ب جـ

اثبت أن $(ب د)^٢ = أد \times د هـ$

البرهان :- العمل :- نرسم ب هـ ، أجـ

في ΔΔ أ د جـ ، ب د هـ فيهما

∴ ق(∠أ) = ق(∠ب) محيطيتان مشتركتان في ⌒هـ جـ

∴ ق(∠أ د جـ) = ق(∠هـ د ب) بالتقابل بالرأس

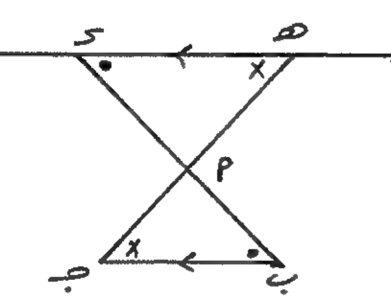
∴ Δ أ د جـ ~ Δ ب د هـ وينتج أن $\frac{أد}{ب د} = \frac{د جـ}{د هـ}$ ، ∵ ب د = د جـ معطى

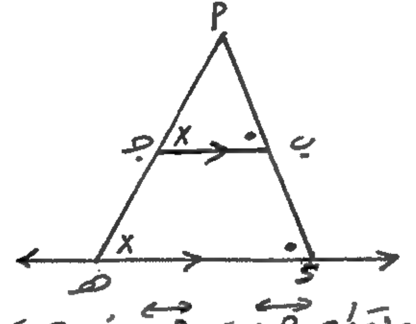
$\because \frac{أد}{بد} = \frac{بد}{دهـ} \Leftarrow (بد)^2 = أد \times دهـ$ #

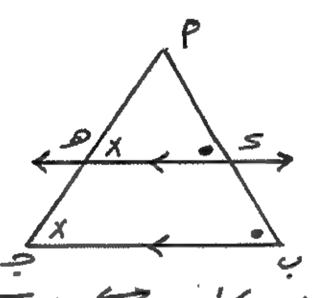
نتائج هامة

⊛ **نتيجة (١)** :- إذا رسم مستقيم يوازي أحد أضلاع مثلث ويقطع الضلعين الآخرين أو المستقيمين الحاملين لهما فإن المثلث الناتج يشابه المثلث الأصلي .

في الشكل المقابل :-



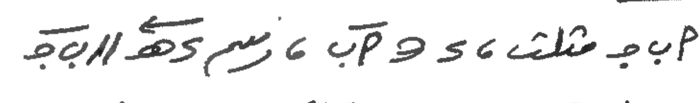




إذا كان $\overleftrightarrow{دهـ} \parallel \overline{بجـ}$ ويقطع $\overleftrightarrow{أب}$ ، $\overleftrightarrow{أجـ}$ في د ، هـ على الترتيب

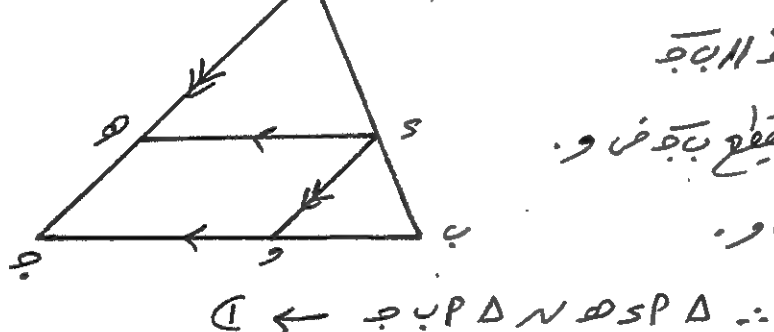
فإن $\triangle$ أدهـ $\sim$ $\triangle$ أب جـ

مثال ② :- في الشكل المقابل :-


أب جـ مثلث ، د ∈ $\overline{أب}$ ، رسم $\overleftrightarrow{دهـ} \parallel \overline{بجـ}$

ويقطع $\overline{أجـ}$ في هـ ، $\overleftrightarrow{دو} \parallel \overline{أجـ}$ ويقطع $\overline{بجـ}$ في و .

برهن أن $\triangle$ أدهـ $\sim$ $\triangle$ دب و .



الحل :- $\because$ $\overline{دهـ} \parallel \overline{بجـ}$ $\therefore$ $\triangle$ أدهـ $\sim$ $\triangle$ أب جـ ⟵ ①

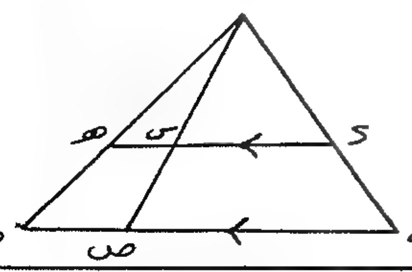
$\because$ $\overline{دو} \parallel \overline{أجـ}$ $\therefore$ $\triangle$ دب و $\sim$ $\triangle$ أب جـ ⟵ ②

من ① ، ② ينتج أن $\triangle$ أدهـ $\sim$ $\triangle$ دب و #

مثال ③ في الشكل المقابل :-

(١) اذكر ثلاثة أزواج من المثلثات المتشابهة

(٢) اثبت أن $\frac{دس}{بص} = \frac{سهـ}{صجـ} = \frac{دهـ}{بجـ}$



الحل :- Δ أ د هـ ~ Δ أ ب جـ ، Δ أ د س ~ Δ أ ب ص ثم Δ أ س هـ ~ Δ أ ص جـ #

∵ Δ أ د هـ ~ Δ أ ب جـ ⟸ $\frac{أد}{أب} = \frac{دهـ}{ب جـ} = \frac{أهـ}{أجـ}$ ← (١)

∵ Δ أ د س ~ Δ أ ب ص ⟸ $\frac{أد}{أب} = \frac{د س}{ب ص} = \frac{أ س}{أ ص}$ ← (٢)

∵ Δ أ س هـ ~ Δ أ ص جـ ⟸ $\frac{أ س}{أ ص} = \frac{س هـ}{ص جـ} = \frac{أ هـ}{أ جـ}$ ← (٣)

من (١) ، (٢) ، (٣)

∴ $\frac{د س}{ب ص} = \frac{س هـ}{ص جـ} = \frac{د هـ}{ب جـ}$ #

⊛ نتيجة (٢) :- إذا رسم من رأس القائمة من المثلث القائم الزاوية عمود على الوتر انقسم المثلث إلى مثلثين متشابهين وكلاهما يشابه المثلث الأصلي.

من الشكل المقابل :-



• من ΔΔ د ب أ ، أ ب جـ فيهما :-



ق(أ د̂ ب) = ق(جـ أ̂ ب) = ٩٠° ، ∠ب مشتركة

∴ Δ د ب أ ~ Δ أ ب جـ ← (I)

• من ΔΔ د جـ أ ، أ ب جـ فيهما :-

ق(جـ د̂ أ) = ق(جـ أ̂ ب) = ٩٠° ، ∠جـ مشتركة

∴ Δ د جـ أ ~ Δ أ ب جـ ← (II)

من (I) ، (II) ∴ Δ د ب أ ~ Δ د جـ أ ~ Δ أ ب جـ ← (*)

• ملحوظة هامة "

من الشكل السابق والعلاقة (*) يمكن استنتاج نظريات إقليدس :-

(١) من تشابه ΔΔ د ب أ ، أ ب جـ ⟸ $\frac{د ب}{أ ب} = \frac{ب أ}{ب جـ}$

∴ $(أب)^2 = د ب \times ب جـ$ أي أن أ ب وسط متناسب بين د ب ، ب جـ

② من تشابه △△ د أ جـ ، أ ب جـ $\Leftarrow \frac{\text{د جـ}}{\text{أ جـ}} = \frac{\text{أ جـ}}{\text{ب جـ}}$

$\therefore (\text{أ جـ})^2 = \text{د جـ} \times \text{ب جـ}$ أي أن :- أ جـ وسط متناسب بين د جـ ، ب جـ

③ من تشابه △△ د ب أ ، د أ جـ $\Leftarrow \frac{\text{د أ}}{\text{د جـ}} = \frac{\text{د ب}}{\text{د أ}}$

$\therefore (\text{أ د})^2 = \text{د ب} \times \text{د جـ}$ أي أن :- أ د وسط متناسب بين د ب ، د جـ

④ من تشابه △△ د ب أ ، أ ب جـ $\Leftarrow \frac{\text{أ ب}}{\text{جـ ب}} = \frac{\text{أ د}}{\text{أ جـ}}$

$\therefore \text{أ د} \times \text{جـ ب} = \text{أ ب} \times \text{جـ أ}$ ومنها $\Leftarrow \text{أ د} = \frac{\text{أ ب} \times \text{أ جـ}}{\text{ب جـ}}$

مثال ⑤ :- في الشكل المقابل :- أ ب جـ مثلث قائم في ب

$\overline{\text{ب د}} \perp \overline{\text{أ جـ}}$ ، أ د = ٤٫٥ سم ، د جـ = ٨ سم

أوجد قيمة س ، ص

الحل :- ∵ △ أ ب جـ قائم الزاوية في ب

∵ $\overline{\text{ب د}} \perp \overline{\text{أ جـ}}$

∴ △ د ب أ ~ △ د جـ أ ~ △ ب جـ أ "وينتج نظريات أقليدس"

$\therefore (\text{ب جـ})^2 = \text{جـ د} \times \text{جـ أ} \Leftarrow (٣\text{س} + ٤)^2 = ٨ \times ١٢٫٥ = ١٠٠$ (حـ)

$\therefore ٣\text{س} + ٤ = \pm ١٠$

إما $٣\text{س} + ٤ = ١٠$ | أو $٣\text{س} + ٤ = -١٠$

$٣\text{س} = ٦ \Leftarrow$ $\boxed{\text{س} = ٢}$ | $٣\text{س} = -١٤ \Leftarrow$ $\boxed{\text{س} = \frac{-١٤}{٣}}$ مرفوضة

$\therefore (\text{ب د})^2 = \text{أ د} \times \text{د جـ} \Leftarrow (\text{ص} - ٣)^2 = ٤٫٥ \times ٨ = ٣٦$ (حـ)

$\therefore \text{ص} - ٣ = \pm ٦$

إما $\text{ص} - ٣ = ٦$ | أو $\text{ص} - ٣ = -٦$

$\boxed{\text{ص} = ٩}$ | $\boxed{\text{ص} = -٣}$ مرفوضة #

تدريب في الشكل المقابل :-

$\triangle$ أ ب جـ قائم الزاوية في أ ، $\overline{أ د} \perp \overline{ب جـ}$ أكمل :-

① $\frac{ب د}{أ د} = \frac{أ د}{.....}$ ② $\frac{ب د}{ب أ} = \frac{أ د}{.....}$

③ $\frac{أ ب}{جـ أ} = \frac{أ د}{.....}$ ④ $\frac{.....}{جـ ب} = \frac{أ د}{أ جـ}$

⑤ $\frac{.....}{أ ب} = \frac{أ ب}{.....}$ ⑥ $(أ د)^2 = ... \times .....$

⑦ $(أ جـ)^2 = ... \times .....$ ⑧ $أ د = \frac{..... \times أ جـ}{جـ ب}$

مثال ⑥ :- أ ب جـ ، د هـ و مثلثان متشابهان . رسم $\overleftrightarrow{أ س} \perp \overline{ب جـ}$ ليقطعه في س ورسم $\overleftrightarrow{د ص} \perp \overline{هـ و}$ ليقطعه في ص . أثبت أن ب س × ص و = جـ س × ص هـ

الحل :- ∵ $\triangle$ أ ب جـ ∼ $\triangle$ د هـ و

∴ ق(∠ب) = ق(∠هـ) ، ق(∠جـ) = ق(∠و)

• في $\triangle\triangle$ أ ب س ، د هـ ص



∴ $\triangle$ أ ب س ∼ $\triangle$ د هـ ص وينتج أن $\frac{أ ب}{د هـ} = \frac{ب س}{هـ ص} = \frac{أ س}{د ص}$ ⟵ ①

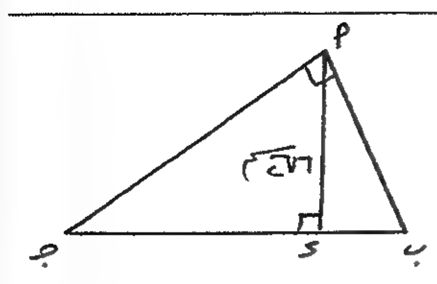
• في $\triangle\triangle$ أ س جـ ، د ص و

∵ ق(∠جـ) = ق(∠و) ، ق(∠جـ س أ) = ق(∠و ص د) = 90°



من ① ، ② ∴ $\frac{ب س}{هـ ص} = \frac{س جـ}{ص و}$ ⟸ ب س × ص و = س جـ × هـ ص #

مثال ⑦ :- أ ب جـ مثلث قائم الزاوية في أ ، رسم $\overrightarrow{أ د} \perp \overline{ب جـ}$ ليقطعه في د إذا كان $\frac{ب د}{د جـ} = \frac{1}{2}$ ، أ د = $6\sqrt{2}$ سم أوجد طول كل من $\overline{ب د}$ ، $\overline{أ ب}$ ، $\overline{أ جـ}$



الحل :- ∵ $\frac{بد}{دجـ} = \frac{1}{2}$ ⟸ بد = م ، دجـ = 2م

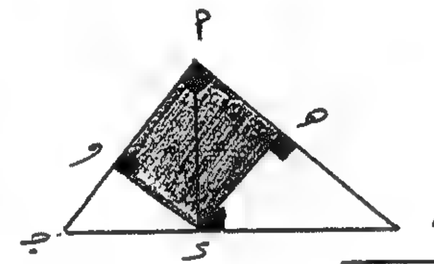
∵ ∆ أب جـ قائم في أ ، ∵ $\overline{أد} \perp \overline{بجـ}$

∴ $(أد)^2 = بد \times دجـ$ ⟸ $(6\sqrt{2})^2 = م \times 2م$

⟸ $72 = 2م^2$ ⟸ $م^2 = \frac{72}{2} = 36$ ⟸ م = 6 سم

∴ بد = 6 سم ، دجـ = 2 × 6 = 12 سم

∵ $(أجـ)^2 = جـد \times جـب$ ⟸ $(أجـ)^2 = 12 \times 18 = 216$ ⟸ $أجـ = \sqrt{216} = 6\sqrt{6}$ سم



مثال ⑧ :- في الشكل المقابل :- أب جـ مثلث قائم في أ

$\overline{أد} \perp \overline{بجـ}$ ، $\overline{دهـ} \perp \overline{أب}$ ، $\overline{دو} \perp \overline{أجـ}$

اثبت أن (1) ∆ أدهـ ~ ∆ جـدو

(2) مساحة المستطيل أهـدو = $\sqrt{أهـ \times هـب \times أو \times وجـ}$

الحل :- ∵ ∠جـ تتمم ∠دأجـ ، ∠هـأد تتمم ∠دأجـ

∴ ق(∠جـ) = ق(∠هـأد) ، ∵ ق(∠أهـد) = ق(∠دوجـ) = 90°

∴ ∆ أدهـ ~ ∆ جـدو # (I)

∵ $(دهـ)^2 = أهـ \times هـب$ ⟸ $دهـ = \sqrt{أهـ \times هـب}$

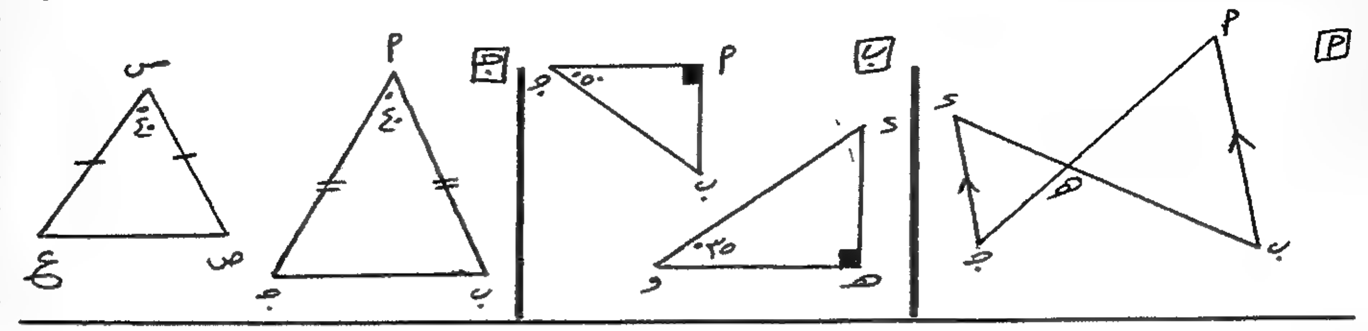
∵ $(دو)^2 = أو \times وجـ$ ⟸ $دو = \sqrt{أو \times وجـ}$

∵ مساحة المستطيل أهـدو = الطول × العرض = دهـ × دو

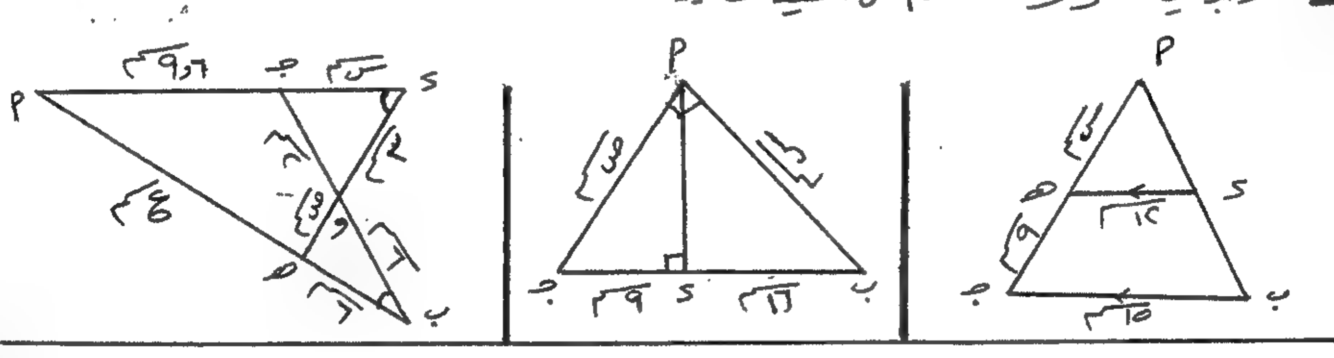
∴ مساحة المستطيل = $\sqrt{أهـ \times هـب} \times \sqrt{أو \times وجـ} = \sqrt{أهـ \times هـب \times أو \times وجـ}$ # (II)

تمارين على "تشابه المثلثات"

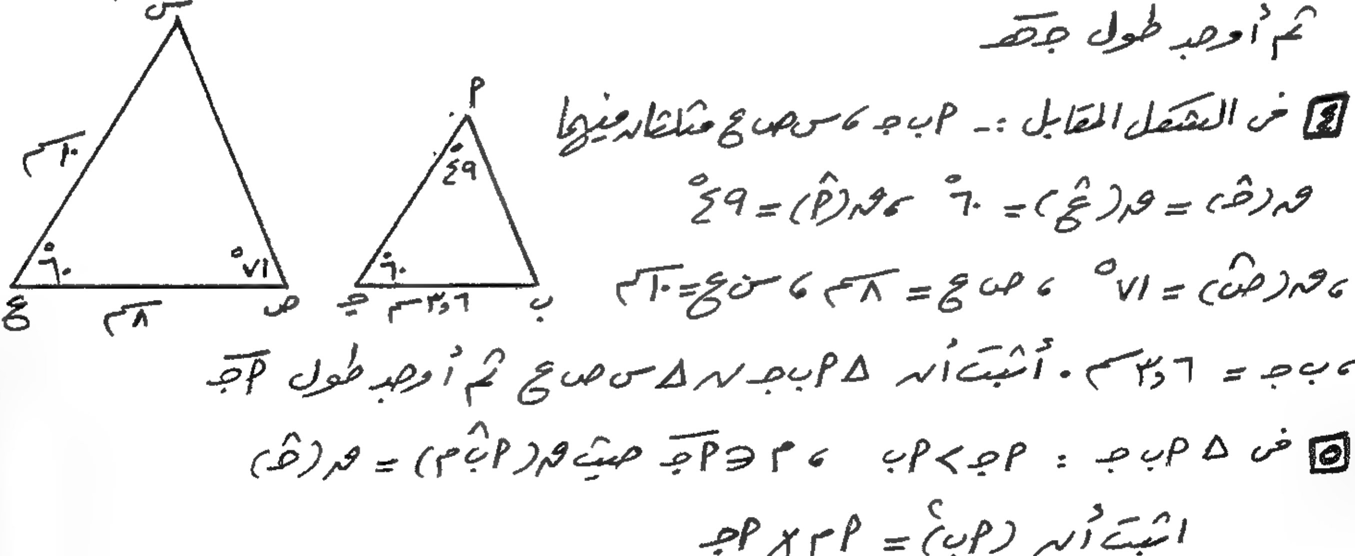
[1] اذكر الحالات التي يكون فيها المثلثان متشابهان وفي حالة التشابه اذكر سبب التشابه



[2] أوجد قيمة الرمز المستخدم في القياس :-



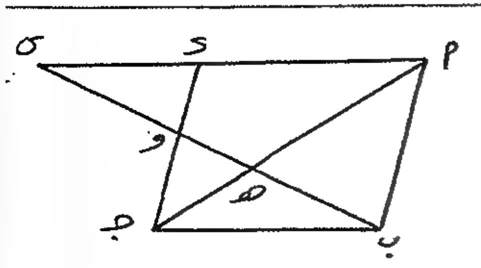
[3] أب ، ءجـ وتران في دائرة أب ∩ ءجـ = {هـ} حيث هـ خارج الدائرة
أب = ٤ سم ، ءجـ = ٧ سم ، ب هـ = ٦ سم أثبت أن △ أءهـ ~ △ جـ ب هـ
ثم أوجد طول جـ هـ



[4] في الشكل المقابل :- أ ب جـ ، س ص ع مثلثان فيهما
ق(∠ب) = ق(∠ع) = ٦٠° ، ق(∠أ) = ٤٩°
، ق(∠ص) = ٧١° ، ص ع = ٨ سم ، س ع = ١٠ سم
، ب جـ = ٣,٦ سم . أثبت أن △ أ ب جـ ~ △ س ص ع ثم أوجد طول أجـ

[5] في △ أ ب جـ : أجـ > أب ، م ∈ أجـ حيث ق(∠أ ب م) = ق(∠جـ)
اثبت أن (أب)² = أم × أجـ

٦ في الشكل المقابل :- أ ب جـ ء متوازي أضلاع

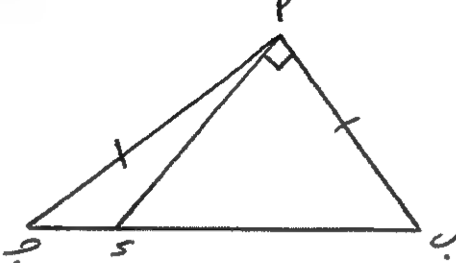


و ∈ ء جـ ، رسم ب و يقطع أ جـ في هـ ويقطع أ ء في ن

اثبت أن (١) △ أ هـ ن ~ △ جـ هـ ب

(٢) (هـ ب)^2 = هـ و × هـ ن

٧ في الشكل المقابل :-



أ ب جـ مثلث منفرج الزاوية في أ ، أ ب = أ جـ

رسم أ ء ⊥ أ ب ويقطع ب جـ في ء

اثبت أن ٢(أ ب)^2 = ب ء × ب جـ

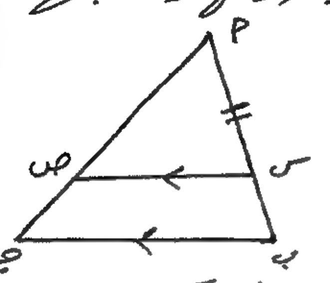
٨ أراد تلميذ أن يعرف ارتفاع سارية العلم الذي في مدرسته فوضع مرآة على بعد ٥ أمتار من قاعدة السارية ثم تحرك إلى الخلف مسافة ١ متر وكانت عيناه على ارتفاع ١٫٥ متر من سطح الأرض فإذا كانت قدماه والمرآة والسارية على استقامة واحدة أوجد ارتفاع السارية

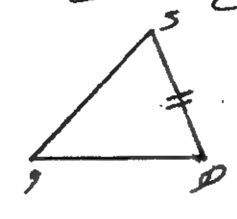
"علماً بأن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس"

(٣) تابع / تشابه المثلثات

نظرية (١) :-

إذا تناسبت أطوال الأضلاع المتناظرة في مثلثين فإنهما يتشابهان.





المعطيات :- Δ Δ ا ب جـ ، د هـ و فيهما

$\frac{اب}{دهـ} = \frac{بجـ}{هـو} = \frac{اجـ}{دو}$

المطلوب :- Δ ا ب جـ ~ Δ د هـ و

العمل :- نعين س ∈ $\overline{اب}$ ، ا س = د هـ ، ارسم $\overline{س ص}$ // $\overline{ب جـ}$ ويقطع $\overline{اجـ}$ في ص

البرهان :- ∵ $\overline{س ص}$ // $\overline{ب جـ}$ ∴ Δ ا ب جـ ~ Δ ا س ص

ويكون $\frac{اب}{اس} = \frac{بجـ}{س ص} = \frac{اجـ}{اص}$ ∵ ا س = د هـ

∴ $\frac{اب}{دهـ} = \frac{بجـ}{س ص} = \frac{اجـ}{اص}$ ① ، ∵ $\frac{اب}{دهـ} = \frac{بجـ}{هـو} = \frac{اجـ}{دو}$ معطى ②

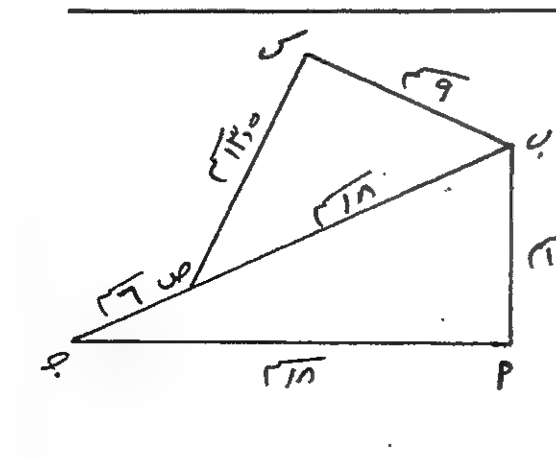
من ① ، ② ⇐ س ص = هـ و ، ا ص = و د

∴ Δ ا س ص ≡ Δ د هـ و " الأضلاع الثلاثة متطابقة "

∴ Δ ا س ص ~ Δ د هـ و " المثلثان المتطابقان يكونان متشابهان "

∵ Δ ا س ص ~ Δ ا ب جـ " برهاناً "

∴ Δ ا ب جـ ~ Δ د هـ و #



مثال ① :- في الشكل المقابل :-

ب ، ص ، جـ على استقامة واحدة

أثبت أن : (١) Δ ا ب جـ ~ Δ س ب ص

(٢) $\overrightarrow{ب جـ}$ ينصف ∠ ا ب س

الحل :- في Δ Δ ا ب جـ ، س ب ص فيهما :-

$\frac{أب}{س ب} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}$ ، $\frac{ب ج}{ب ص} = \frac{18+6}{18} = \frac{4}{3}$ ، $\frac{أ ج}{س ص} = \frac{18}{13.5} = \frac{4}{3}$

$\therefore \frac{أب}{س ب} = \frac{ب ج}{ب ص} = \frac{أ ج}{س ص}$ (الأضلاع المتناظرة متناسبة)

$\therefore$ Δ أ ب ج ~ Δ س ب ص # وينتج من التشابه أن الزوايا المتناظرة متساوية

ق(∠أ ب ج) = ق(∠س ب ص) أي أن $\overrightarrow{ب ج}$ ينصف ∠أ ب س #

مثال ② :- في الشكل المقابل :- $\overleftrightarrow{أب} \cap \overleftrightarrow{ج د} = \{هـ\}$

حيث $\frac{أ هـ}{ج هـ} = \frac{ب هـ}{د هـ}$ ، $\frac{أ ج}{ج هـ} = \frac{ب د}{د هـ}$

اثبت أن $\overleftrightarrow{أ ج} \parallel \overleftrightarrow{ب د}$

الحل :- $\because \frac{أ هـ}{ج هـ} = \frac{ب هـ}{د هـ} \Leftarrow \frac{أ هـ}{ب هـ} = \frac{ج هـ}{د هـ} \rightarrow ①$

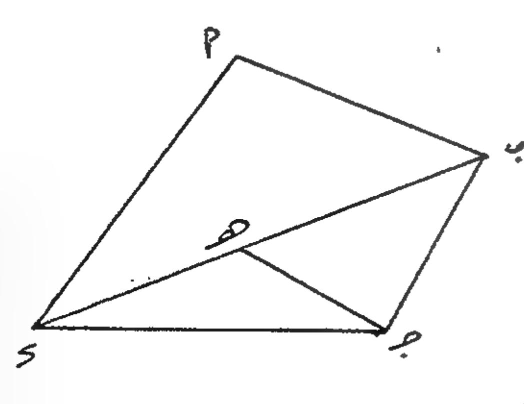
"من خواص التناسب"

$\because \frac{أ ج}{ج هـ} = \frac{ب د}{د هـ} \Leftarrow \frac{أ ج}{ب د} = \frac{ج هـ}{د هـ} \rightarrow ②$

من ① ، ② ينتج أن : $\frac{أ هـ}{ب هـ} = \frac{أ ج}{ب د} = \frac{ج هـ}{د هـ}$

أي أن :- Δ أ هـ ج ~ Δ ب هـ د وينتج أن

ق(∠أ ج هـ) = ق(∠ب د هـ) "وهما في وضع تناظر" $\therefore \overleftrightarrow{أ ج} \parallel \overleftrightarrow{ب د}$ #



مثال ③ :- في الشكل المقابل :- أ ب ج د شكل رباعي

هـ ∈ $\overline{ب د}$ حيث $\frac{أب}{د أ} = \frac{ج هـ}{ب ج}$ ، $\frac{ب د}{د أ} = \frac{هـ ب}{ب ج}$

أثبت أن :- (1) $\overline{أ د} \parallel \overline{ب ج}$ ، (2) $\overline{أ ب} \parallel \overline{ج هـ}$

الحل :- $\because \frac{أب}{د أ} = \frac{ج هـ}{ب ج} \Leftarrow \frac{أب}{ج هـ} = \frac{د أ}{ب ج} \rightarrow ①$

$\because \frac{ب د}{د أ} = \frac{هـ ب}{ب ج} \Leftarrow \frac{ب د}{هـ ب} = \frac{د أ}{ب ج} \rightarrow ②$

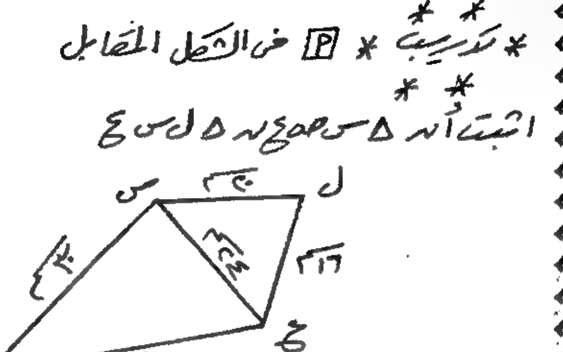
من ① ، ② $\Leftarrow \frac{أب}{ج هـ} = \frac{د أ}{ب ج} = \frac{ب د}{هـ ب}$ $\therefore$ Δ د ب أ ~ Δ ب هـ ج

ويتبع أنه ق(∠ء ب) = ق(∠ج ب هـ) وهما في وضع تبادل ∴ أء // ب ج #

، ق(∠أ ب ء) = ق(∠هـ ء ب) وهما في وضع تبادل ∴ أب // ج هـ #

تدريب [أ] من الشكل المقابل

اثبت أن Δ س ص ع ~ Δ ل س ع



[ب] من الشكل المقابل:

اثبت أن Δ ج أ ب ~ Δ ء هـ ب ثم اثبت أن ب ء ينصف ∠ أ ب هـ

نظرية (٢) :-

إذا طابقت زاوية من مثلث زاوية من مثلث آخر وتناسبت أطوال الأضلاع التي تحتوي هاتين الزاويتين كان المثلثان متشابهين.

المعطيات :- ∠أ ≡ ∠ء ، $\frac{أب}{ءهـ} = \frac{أج}{ءو}$

المطلوب :- Δ أ ب ج ~ Δ ء هـ و

العمل :- خذ س ∈ أب حيث أس = ءهـ

ورسم س ص // ب ج ويقطع أج في ص

البرهان :- ∵ س ص // ب ج ∴ Δ أ ب ج ~ Δ أ س ص ← (1)

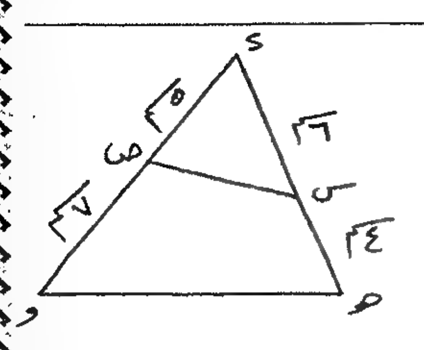
ويكون $\frac{أب}{أس} = \frac{أج}{أص}$ ، ∵ $\frac{أب}{ءهـ} = \frac{أج}{ءو}$ (معطى) ، ∵ أس = ءهـ

∴ $\frac{أب}{أس} = \frac{أج}{ءو}$ ويكون أص = ءو

∴ Δ أ س ص ≡ Δ ء هـ و "ضلعان وزاوية محصورة"

∴ Δ أ س ص ~ Δ ء هـ و ← (2)

من (1) ، (2) ينتج أن Δ أ ب ج ~ Δ ء هـ و #



مثال ④ :- من الشكل المقابل :- ء هـ و مثلث فيه

ءو = ١٢ سم ، ءهـ = ١٠ سم ، هـو = ٨ سم

س هـ = ٤ سم ، ص و = ٧ سم أوجد :-

(١) طول س ص ، (٢) أثبت أن الشكل س هـ و ص رباعي دائري .

الحل :- ء ص = ١٢ − ٧ = ٥ سم ، ء س = ١٠ − ٤ = ٦ سم

في ΔΔ ء هـ و ، ء ص س فيهما :- $\frac{ءس}{ءو} = \frac{٦}{١٢} = \frac{١}{٢}$ ، $\frac{ءص}{ءهـ} = \frac{٥}{١٠} = \frac{١}{٢}$

∴ $\frac{ءس}{ءو} = \frac{ءص}{ءهـ}$ ، ∵ ∠ء مشتركة ∴ Δ ء هـ و ~ Δ ء ص س

∴ $\frac{ءس}{ءو} = \frac{س ص}{هـ و}$ ⇐ $\frac{١}{٢} = \frac{س ص}{٨}$ ⇐ س ص = $\frac{٨}{٢}$ = ٤ سم

وينتج أيضاً من التشابه أن ق(∠ء ص س) = ق(∠ء هـ و)

∵ ∠ء ص س زاوية خارجة عن الشكل الرباعي س هـ و ص ∴ الشكل س هـ و ص رباعي دائري

مثال ⑤ :- من الشكل المقابل :-

جـ ، أ ، ٦ سم ، ٣ سم ، °٧٥ ، هـ ، س° ، ٤٫٥ سم ، ٤ سم ، ب ، ء

أوجد قيمة الرمز المستخدم في القياس مفسراً إجابتك

الحل :-

لإيجاد الرمز س يجب إثبات أن أء // ب جـ وذلك من تشابه المثلثين أ ء هـ ، ب جـ هـ

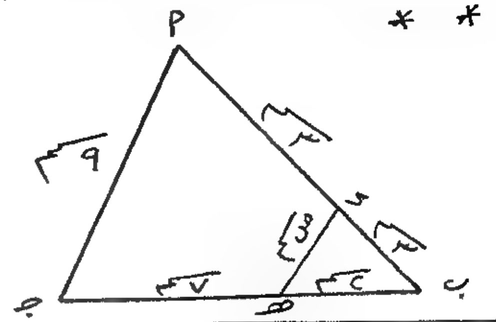
في ΔΔ أ ء هـ ، ب جـ هـ فيهما :- ق(∠أ هـ ء) = ق(∠ب هـ جـ)

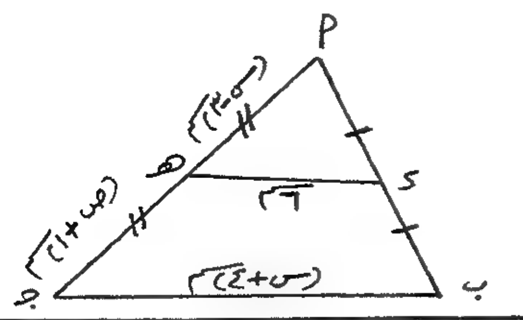
∵ $\frac{أهـ}{هـب} = \frac{٣}{٤٫٥} = \frac{٢}{٣}$ ، $\frac{ءهـ}{هـجـ} = \frac{٤}{٦} = \frac{٢}{٣}$

∴ Δ أ ء هـ ~ Δ ب جـ هـ وينتج من التشابه أن :-

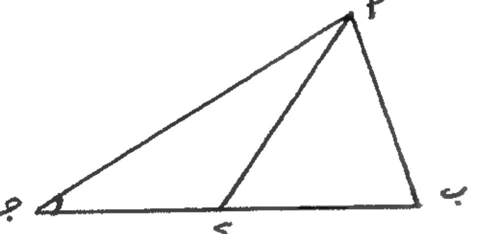
ق(∠أ) = ق(∠ب) = °٧٥ ∴ س = °٧٥ #

* تدريب * من كل من الأشكال الآتية أوجد قيمة الرمز المستخدم في القياس مفسراً إجابتك





مثال ⑥ :- أ ب جـ مثلث ، د ∈ ب جـ حيث $(\text{أجـ})^2$ = جـ د × جـ ب



أثبت أن △ أ جـ د ~ △ ب جـ أ

الحل :- في △△ أ ب جـ ، د أ جـ فيهما

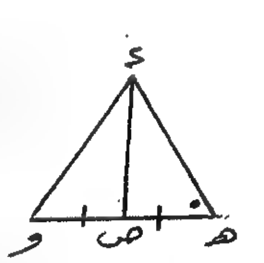
∠ جـ مشتركة (1)

∵ $(\text{أجـ})^2$ = جـ د × جـ ب ⇐ أجـ × أجـ = جـ د × جـ ب ⇐ $\frac{\text{أجـ}}{\text{جـ ب}} = \frac{\text{جـ د}}{\text{أجـ}}$ (2)

من (1) ، (2) ينتج أن △ أ جـ د ~ △ ب جـ أ #.

مثال ⑦ :- أ ب جـ ، د هـ و مثلثان متشابهان ، س منتصف ب جـ ، ص منتصف هـ و

أثبت أن (1) △ أ ب س ~ △ د هـ ص (2) أ س × د هـ = أ ب × د ص



الحل :- ∵ △ أ ب جـ ~ △ د هـ و

∴ ق(∠ب) = ق(∠هـ) ، $\frac{\text{أب}}{\text{د هـ}} = \frac{\text{ب جـ}}{\text{هـ و}} = \frac{\text{أجـ}}{\text{د و}}$ ← ①

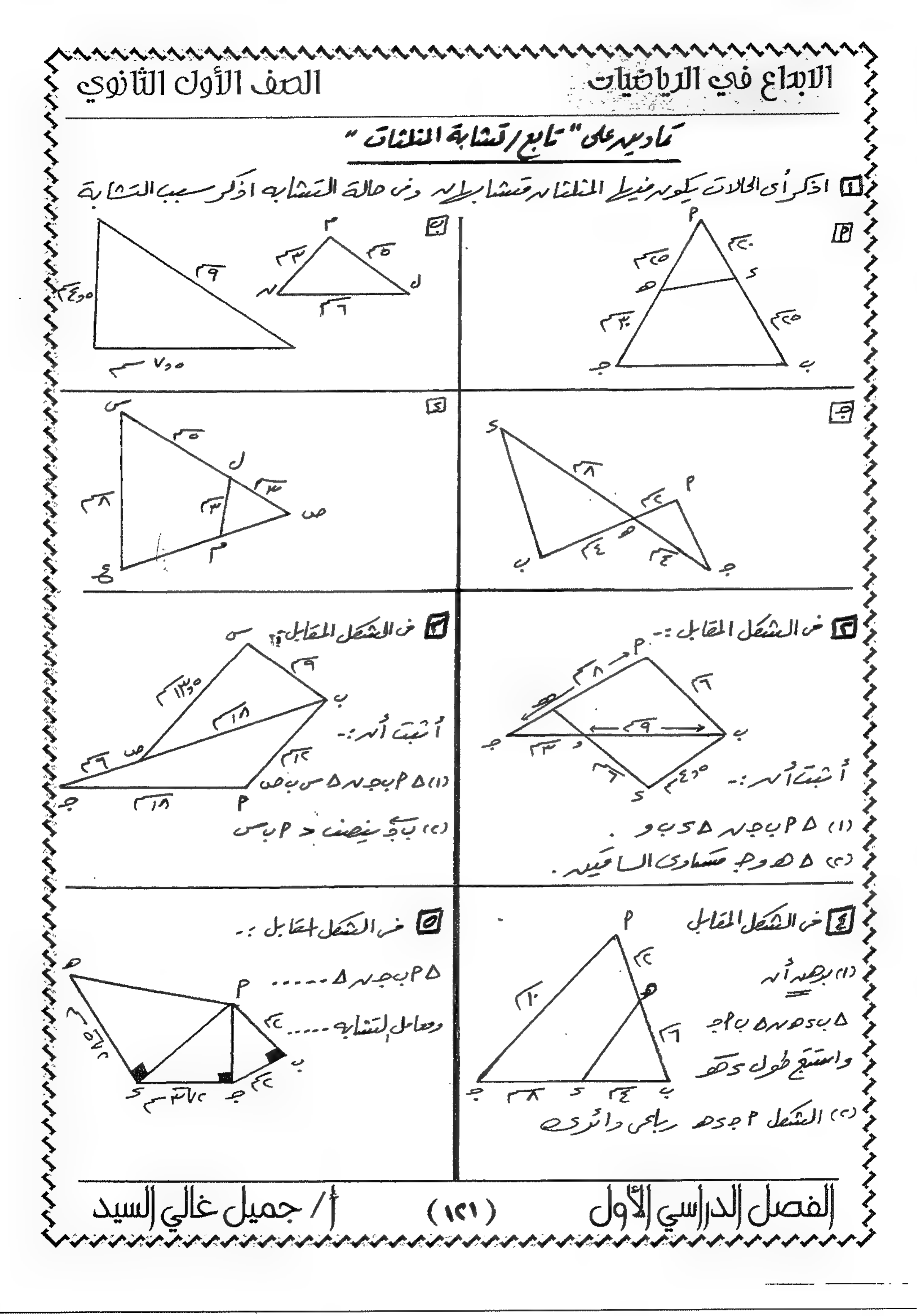
∵ س منتصف ب جـ ، ص منتصف هـ و

∴ $\frac{\text{ب جـ}}{\text{هـ و}} = \frac{\text{ب س}}{\text{هـ ص}}$ ← ②

في △△ أ ب س ، د هـ ص فيهما : ∠ب ≡ ∠هـ ، $\frac{\text{أب}}{\text{د هـ}} = \frac{\text{ب س}}{\text{هـ ص}}$ (برهاناً من ① ، ②)

∴ △ أ ب س ~ △ د هـ ص وينتج من التشابه أن $\frac{\text{أب}}{\text{د هـ}} = \frac{\text{ب س}}{\text{هـ ص}} = \frac{\text{أس}}{\text{د ص}}$ ← ③

من ① ، ③ ⇐ $\frac{\text{أب}}{\text{د هـ}} = \frac{\text{أس}}{\text{د ص}}$ ⇐ أس × د هـ = أب × د ص #


تمارين على " تابع / تشابه المثلثات "
(١) اذكر أي الحالات يكون فيها المثلثان متشابهان ومن حالة التشابه اذكر سبب التشابه
(٣) من الشكل المقابل :-
أثبت أن :-
(١) Δ ا ب جـ ~ Δ س ب ص
(٢) ب جـ ينصف ∠ ا ب س
(٢) من الشكل المقابل :-
أثبت أن :-
(١) Δ ا ب جـ ~ Δ د ب و .
(٢) Δ هـ و جـ متساوي الساقين .
(٥) من الشكل المقابل :-
Δ ا ب جـ ~ Δ .....
ومعامل التشابه .....
(٤) من الشكل المقابل
(١) برهن أن
Δ ب د هـ ~ Δ ب ا جـ
واستنتج طول د هـ
(٢) الشكل ا جـ د هـ رباعي دائري

6 أ ب جـ د شكل رباعي مرسوم داخل دائرة تتقاطع قطراه $\overline{أجـ}$ ، $\overline{بد}$ في هـ

فإذا كان $\frac{أب}{أهـ} = \frac{بد}{دجـ}$ أثبت أن (1) Δ أ ب هـ ~ Δ د ب جـ ، (2) $\overrightarrow{بد}$ ينصف ∠ أ ب جـ

7 في الشكل المقابل :- أ ب جـ ~ س ص ع

هـ منتصف $\overline{بجـ}$ ، م منتصف $\overline{صع}$ ،

$\overline{جـد} \perp \overline{أب}$ ، $\overline{عل} \perp \overline{سص}$ أثبت أن

(1) Δ أ هـ جـ ~ Δ س م ع ، (2) $\frac{جـد}{عل} = \frac{أهـ}{سم}$

8 أ ب جـ ، س ص ع مثلثان متشابهان حيث أ ب > أ جـ ، س ص > س ع

هـ ، ل منتصف $\overline{بجـ}$ ، $\overline{صع}$ على الترتيب . رسم $\overline{أو} \perp \overline{بجـ}$ ، $\overline{سم} \perp \overline{صع}$

اثبت أن Δ أ هـ و ~ Δ س ل م .

9 أ ب جـ مثلث ، د ∈ $\overline{بجـ}$ حيث $(أد)^2$ = ب د × د جـ ، ب أ × أ د = ب د × أ جـ

اثبت أن :- (1) Δ أ ب د ~ Δ جـ أ د

(2) $\overline{أد} \perp \overline{بجـ}$

(3) ق(∠ ب أ جـ) = 90°

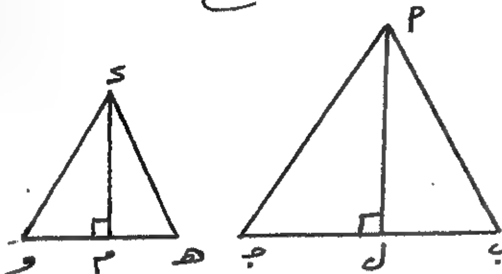
(٣) العلاقة بين مساحتي سطحي مضلعين متشابهين

أولاً: النسبة بين مساحتي سطحي مثلثين متشابهين :-

نظرية (٣) :-

النسبة بين مساحتي سطحي مثلثين متشابهين تساوي مربع النسبة بين طولي أي ضلعين متناظرين فيهما.

في الشكل المقابل :- إذا كان △ أ ب جـ ~ △ د هـ و



نجد أن

$\frac{م(\triangle أ ب جـ)}{م(\triangle د هـ و)} = (\frac{أ ب}{د هـ})^2 = (\frac{ب جـ}{هـ و})^2 = (\frac{أ جـ}{د و})^2$

"ملاحظات هامة"

① النسبة بين مساحتي سطحي مثلثين متشابهين تساوي مربع النسبة بين ارتفاعين متناظرين فيهما

في الشكل السابق :- $\frac{م(\triangle أ ب جـ)}{م(\triangle د هـ و)} = (\frac{أ ل}{د م})^2$

② النسبة بين محيطي مضلعين (مثلثين) متشابهين تساوي النسبة بين طولي ضلعين متناظرين فيهما. في الشكل السابق :-

$\frac{محيط \triangle أ ب جـ}{محيط \triangle د هـ و} = \frac{أ ب}{د هـ} = \frac{ب جـ}{هـ و} = \frac{أ جـ}{د و}$

③ النسبة بين مساحتي سطحي مثلثين متشابهين تساوي مربع النسبة بين طولي أي متوسطين متناظرين فيهما.

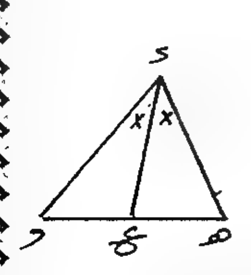
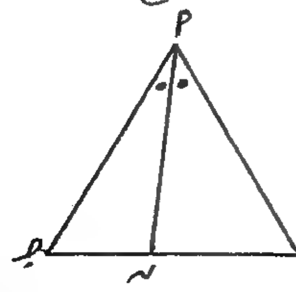
في الشكل المقابل :- △ أ ب جـ ~ △ د هـ و


∴ $\frac{م(\triangle أ ب جـ)}{م(\triangle د هـ و)} = (\frac{أ س}{د ص})^2$

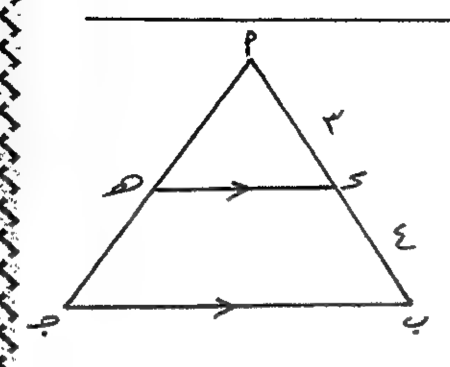
④ النسبة بين مساحتي سطحي مثلثين متشابهين تساوي مربع النسبة بين طولي أي منصفين لزاويتين متناظرتين فيهما

في الشكل المقابل :- △ أ ب جـ ~ △ د هـ و

∴ $\frac{م(\triangle أ ب جـ)}{م(\triangle د هـ و)} = (\frac{أ ن}{د ع})^2$

⑤ النسبة بين مساحتي سطحي مثلثين لهما نفس ← الارتفاع تساوي النسبة بين طولي قاعدتيهما .
القاعدة تساوي النسبة بين ارتفاعيهما .



مثال ① :- في الشكل المقابل :- أ ب جـ مثلث ، د ∈ أ ب حيث $\frac{أد}{دب} = \frac{٣}{٤}$ ، $\overline{دهـ} \parallel \overline{بجـ}$ ويقطع $\overline{أجـ}$ في هـ

إذا كانت مساحة △ أ ب جـ = ٧٨٤ سم² أوجد :-

(١) مساحة △ أ د هـ　　　(٢) مساحة شبه المنحرف د ب جـ هـ

الحل :- ∵ $\overline{دهـ} \parallel \overline{بجـ}$ ∴ △ أ د هـ ~ △ أ ب جـ

∴ $\frac{م(△ أدهـ)}{م(△ أبجـ)} = (\frac{أد}{أب})^2$ ⇐ $\frac{م(△ أدهـ)}{٧٨٤} = (\frac{٣}{٧})^2 = \frac{٩}{٤٩}$

⇐ م(△ أ د هـ) = $\frac{٩ \times ٧٨٤}{٤٩}$ = ١٤٤ سم² #

∵ م(شبه المنحرف د ب جـ هـ) = م(△ أ ب جـ) − م(△ أ د هـ)

∴ م(شبه المنحرف د ب جـ هـ) = ٧٨٤ − ١٤٤ = ٦٤٠ سم² #

تدريب أ ب جـ مثلث مساحته ٦٢,٥ سم² ، رسم $\overline{سص} \parallel \overline{بجـ}$ ويقطع $\overline{أب}$ في س ويقطع $\overline{أجـ}$ في ص فإذا كان أ س : س ب = ٢ : ٣ أوجد مساحة الشكل س ب جـ ص

مثال ② :- إذا كانت النسبة بين مساحتي مثلثين متشابهين هي ٤ : ٩ فإذا كان محيط المثلث الأكبر ٩٠ سم أوجد محيط المثلث الأصغر

الحل :- نفرض أن △ أ ب جـ ~ △ د هـ و

∴ $\frac{م(△ أبجـ)}{م(△ دهـو)} = (\frac{أب}{دهـ})^2 = \frac{٤}{٩}$ ⇐ $\frac{أب}{دهـ} = \frac{٢}{٣}$.

∵ $\frac{محيط △ أبجـ}{محيط △ دهـو} = \frac{أب}{دهـ} = \frac{٢}{٣}$ ⇐ $\frac{محيط △ أبجـ}{٩٠} = \frac{٢}{٣}$

∴ محيط △ أ ب جـ = $\frac{٢ \times ٩٠}{٣}$ = ٦٠ سم #

* تدريب * إذا كانت النسبة بين مساحتي مثلثين متشابهين هي $\frac{9}{16}$ فإذا كان محيط المثلث الأصغر ٦٠ سم أوجد محيط المثلث الأكبر.

مثال ③ :- ٩ب جـ مثلث مرسوم داخل دائرة بحيث $\frac{٩ب}{٩جـ} = \frac{٥}{٣}$ ، رسم $\overleftrightarrow{٩ء}$ مماساً للدائرة عند ٩ قطع $\overrightarrow{ب جـ}$ في ء أوجد م(△٩جـء) : م(△٩ب جـ)

الحل :- ∵ △△ ٩ءجـ ، ب ء٩ فيهما :

ء ء مشترك

ق(جـ٩ء) = ق(ء ب) "مماسية ومحيطية مشتركتان في ٩جـ"

∴ △ ٩ءجـ ∼ △ب ء ٩ ⇐ $\frac{م(△٩ءجـ)}{م(△ب ء٩)} = \left(\frac{٩جـ}{٩ب}\right)^2 = \left(\frac{٣}{٥}\right)^2 = \frac{٩}{٢٥}$

∴ $\frac{م(△٩ءجـ)}{م(△٩ب جـ) + م(△٩ءجـ)} = \frac{٩}{٢٥}$

⇐ ٢٥م(△٩ءجـ) = ٩م(△٩ب جـ) + ٩م(△٩ءجـ)

∴ ١٦م(△٩ءجـ) = ٩م(△٩ب جـ) ⇐ $\frac{م(△٩ءجـ)}{م(△٩ب جـ)} = \frac{٩}{١٦}$ #

ثانياً : النسبة بين مساحتي سطحي مضلعين متشابهين :-

"حقيقة" :- المضلعان المتشابهان يمكن أن ينقسما إلى نفس العدد من المثلثات التي يشابه كل منها نظيره.

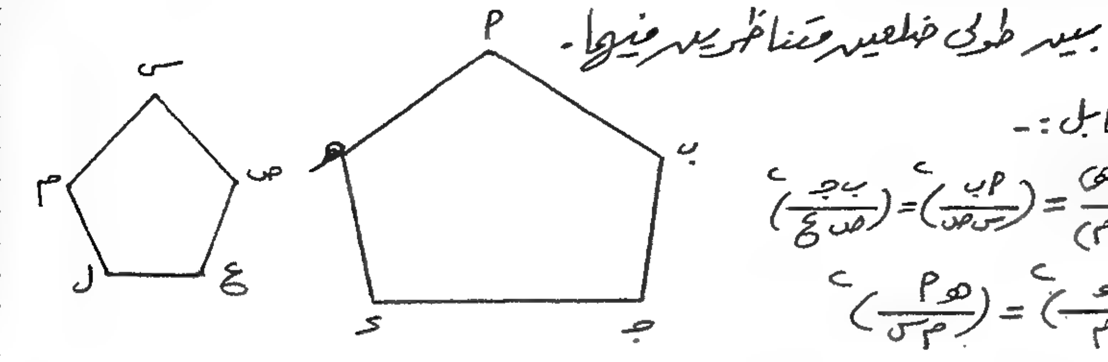
في الشكل المقابل :- إذا كان المضلع ٩ب جـ ء هـ ∼ المضلع س ص ع ل م

فإن △٩ب جـ ∼ △س ص ع ، △ ٩جـ ء ∼ △ س ع ل ، △ ٩ء هـ ∼ △ س ل م

• "ملحوظة" : عدد المثلثات التي يمكن أن ينقسم إليها مضلع = (ن - ٢) مثلثاً حيث ن عدد الأضلاع

مثلاً :- المضلع الذي عدد أضلاعه ٨ أضلاع ينقسم إلى ٦ مثلثات .

نظرية (٤) :- النسبة بين مساحتي سطحي مضلعين متشابهين تساوي مربع النسبة بين طولي ضلعين متناظرين منهما.



في الشكل المقابل :-

$\frac{\text{م (المضلع أ ب جـ د هـ)}}{\text{م (المضلع س ص ع ل م)}} = \left(\frac{\text{أ ب}}{\text{س ص}}\right)^2 = \left(\frac{\text{ب جـ}}{\text{ص ع}}\right)^2$

$= \left(\frac{\text{جـ د}}{\text{ع ل}}\right)^2 = \left(\frac{\text{د هـ}}{\text{ل م}}\right)^2 = \left(\frac{\text{هـ أ}}{\text{م س}}\right)^2$

مثال ④ :- مضلعان متشابهان النسبة بين طولي ضلعين متناظرين منهما ١ : ٣ فإذا كان مجموع مساحتيهما ٥٠ سم² أوجد مساحة كل منهما.

الحل :-

∵ النسبة بين طولي ضلعين متناظرين = ١ : ٣ ∴ النسبة بين مساحتي المضلعين = ١ : ٩

نفرض أن مساحة الأول = ١س سم² ومساحة الثاني = ٩س سم²

∵ مجموع مساحتيهما ٥٠ سم² ⇐ ١س + ٩س = ٥٠ ⇐ ١٠س = ٥٠ ⇐ **س = ٥**

∴ مساحة المضلع الأول = ١ × ٥ = ٥ سم² ، مساحة المضلع الثاني = ٩ × ٥ = ٤٥ سم² #

*** تدريب *** مضلعان متشابهان النسبة بين طولي ضلعين متناظرين منهما ٢ : ٣ فإذا كان الفرق بين مساحتيهما ٣٢ سم² أوجد مساحة كل منهما.

مثال ⑤ أ ب جـ د ، س ص ع ل مضلعان متشابهان فيهما ق(∠أ) = ٤٠° ، س ص = $\frac{٣}{٤}$ أ ب ، جـ د = ١٦ سم . أحسب (١) ق(∠س) ، (٢) طول ع ل

(٣) م (المضلع أ ب جـ د) : م (المضلع س ص ع ل)

الحل :- ∵ المضلع أ ب جـ د ~ المضلع س ص ع ل ∴ ق(∠أ) = ق(∠س) = ٤٠° #

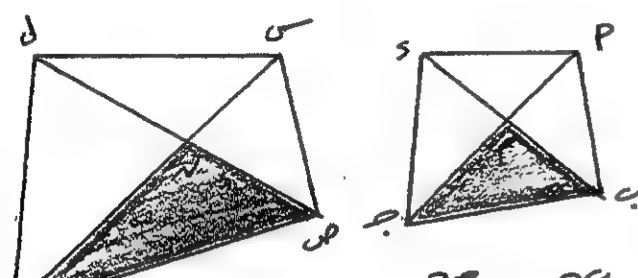
∵ س ص = $\frac{3}{4}$ ا ب ⟸ $\frac{اب}{س ص} = \frac{4}{3}$ "من خواص التناسب"

من تشابه المضلعين نجد أن :- $\frac{اب}{س ص} = \frac{جـ د}{ع ل}$ ⟸ $\frac{4}{3} = \frac{16}{ع ل}$

∴ ع ل = $\frac{16 \times 3}{4}$ = ١٢ سم #

∴ م (المضلع ا ب جـ د) : م (المضلع س ص ع ل) = (ا ب)^2 : (س ص)^2 = ١٦ : ٩ #

مثال ⑥ :- ا ب جـ د ، س ص ع ل مضلعان متشابهان تتقاطع قطرى الأول فى م وتتقاطع قطرى الثانى فى ن اثبت أن: م (المضلع ا ب جـ د) : م (المضلع س ص ع ل) = (م جـ)^2 : (ن ع)^2



الحل :- ∵ المضلع ا ب جـ د ∼ المضلع س ص ع ل

∴ △ ا ب جـ ∼ △ س ص ع

، △ د ب جـ ∼ △ ل ص ع (لماذا؟)

∴ △ م ب جـ ∼ △ ن ص ع وينتج أن: $\frac{ب جـ}{ص ع} = \frac{م جـ}{ن ع}$ ⟵ (١)

∵ المضلع ا ب جـ د ∼ المضلع س ص ع ل

∴ $\frac{م (\text{المضلع ا ب جـ د})}{م (\text{المضلع س ص ع ل})} = \left(\frac{ب جـ}{ص ع}\right)^2$ ⟵ (٢)

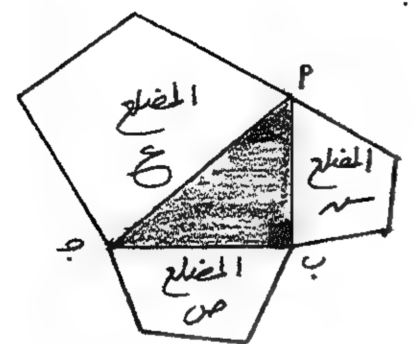
من (١) ، (٢) ⟸ م (المضلع ا ب جـ د) : م (المضلع س ص ع ل) = (م جـ)^2 : (ن ع)^2

مثال ⑦ :- ا ب جـ مثلث قائم الزاوية فى ب فإذا كان $\overline{اب}$ ، $\overline{ب جـ}$ ، $\overline{ا جـ}$ أضلاع متناظرة لثلاث مضلعات متشابهة منشأة على أضلاع المثلث ا ب جـ وهى على الترتيب : المضلع س ، المضلع ص ، المضلع ع .

اثبت أن م (المضلع س) + م (المضلع ص) = مساحة (المضلع ع)

الحل :- ∵ المضلع س ∼ المضلع ع ⟸ $\frac{م (\text{المضلع س})}{م (\text{المضلع ع})} = \frac{(اب)^2}{(ا جـ)^2}$ ⟵ (١)

∵ المضلع ص ∼ المضلع ع ⟸ $\frac{م (\text{المضلع ص})}{م (\text{المضلع ع})} = \frac{(ب جـ)^2}{(ا جـ)^2}$ ⟵ (٢)



بجمع (١) ، (٢)

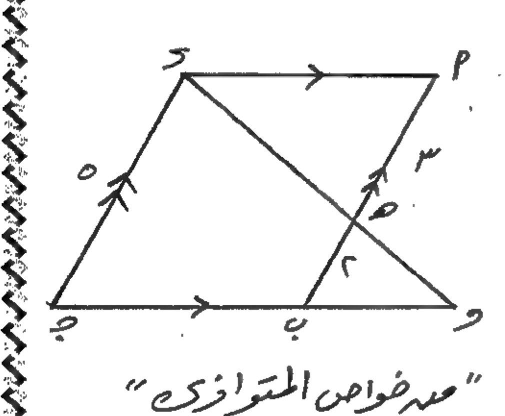
$\Leftarrow$ $\frac{م(\text{المضلع س})}{م(\text{المضلع ع})} + \frac{م(\text{المضلع ص})}{م(\text{المضلع ع})} = \frac{(أب)^2}{(أجـ)^2} + \frac{(ب جـ)^2}{(أجـ)^2}$

∴ $\frac{م(\text{المضلع س}) + م(\text{المضلع ص})}{م(\text{المضلع ع})} = \frac{(أب)^2 + (ب جـ)^2}{(أجـ)^2}$ ← (١)

∵ Δ أ ب جـ قائم في ب $\Leftarrow$ $(أب)^2 + (ب جـ)^2 = (أجـ)^2$ ← (٢)

من (١) ، (٢) $\Leftarrow$ $\frac{م(\text{المضلع س}) + م(\text{المضلع ص})}{م(\text{المضلع ع})} = \frac{(أجـ)^2}{(أجـ)^2} = ١$

∴ م(المضلع س) + م(المضلع ص) = م(المضلع ع) #



مثال (٨): في الشكل المقابل: أ ب جـ د متوازي أضلاع

هـ ∈ $\overline{أب}$ حيث $\frac{أهـ}{هـ ب} = \frac{٣}{٢}$ ، $\overleftrightarrow{د هـ} \cap \overleftrightarrow{جـ ب} = \{و\}$

(١) أثبت أن Δ د جـ و ~ Δ هـ أ د .

(٢) أوجد $\frac{م(Δ د جـ و)}{م(Δ هـ أ د)}$.

الحل:

∵ Δ Δ د جـ و ، هـ أ د فيهما:
ق(∠ جـ) = ق(∠ أ) "من خواص المتوازي"
ق(∠ د و جـ) = ق(∠ أ د و) "بالتبادل"

∴ Δ د جـ و ~ Δ هـ أ د #

∴ $\frac{م(Δ د جـ و)}{م(Δ هـ أ د)} = \left(\frac{د جـ}{هـ أ}\right)^2 = \left(\frac{٥}{٣}\right)^2 = \frac{٢٥}{٩}$ #

تمارين على العلاقة بين مساحتي مضلعين متشابهين :-

[١] أكمل ما يأتي :-

(١) إذا كانت النسبة بين طولي ضلعين متناظرين في مضلعين متشابهين ٧ : ١١ فإن النسبة بين مساحتيهما ...... ، وبين محيطيهما ....

(٢) إذا كان Δ أ ب جـ ~ Δ س ص ع وكان أ ب = ٣ س ص فإن $\frac{\text{م}(\Delta \text{ س ص ع})}{\text{م}(\Delta \text{ أ ب جـ})}$ = -----

(٣) مضلعان متشابهان النسبة بين مساحتيهما ٤ : ٩ فإن النسبة بين محيطيهما .....

(٤) إذا كان Δ أ ب جـ ~ Δ د هـ و ، م(Δ أ ب جـ) = ٩ م(Δ د هـ و) وكان د هـ = ٤ سم فإن أ ب = ... سم .

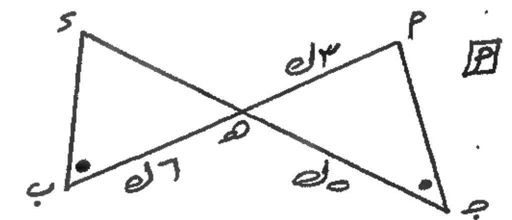
(٥) مربعان النسبة بين طولي قطريهما ٢ : ٥ فإذا كانت مساحة أصغرهما ٤ سم² فإن مساحة الأكبر ..... سم²

[٢] إذا كان طولا ضلعين متناظرين في مضلعين متشابهين هما ١٢ سم ، ١٦ سم وكانت مساحة المضلع الأصغر = ١٣٥ سم² أوجد مساحة المضلع الأكبر .

[٣] أ ب جـ مثلث ، د ∈ أ ب حيث أ د = ٢ ب د ، هـ ∈ أ جـ حيث د هـ // ب جـ
إذا كانت م(Δ أ د هـ) = ٦٠ سم² أوجد مساحة شبه المنحرف د ب جـ هـ .

[٤] ادرس كلا من الأشكال الآتية ، حيث ل ثابت تناسب ، ثم أكمل :-

(أ)



م(Δ أ جـ هـ) = ٩٠٠ سم²

فإن م(Δ د هـ ب) = ... سم²

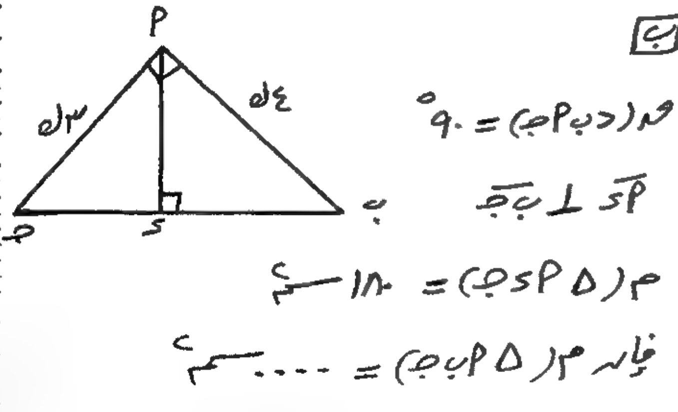
(ب)

ق(∠ د ب أ جـ) = ٩٠°

أ د ⊥ ب جـ

م(Δ أ د جـ) = ١٨٠ سم²

فإن م(Δ أ ب جـ) = ... سم²



[٥] أ ب جـ مثلث قائم الزاوية في ب ، رسمت المثلثات المتساوية الأضلاع أ ب س ، ب جـ ص ، أ جـ ع . أثبت أن م(Δ أ ب س) + م(Δ ب جـ ص) = م(Δ أ جـ ع)

6) أ ب جـ مثلث فيه $\frac{أب}{بجـ} = \frac{2}{3}$ ، رسمت الدائرة المارة برؤوسه. من نقطة ب رسم المماس لهذه الدائرة فقطع $\overleftrightarrow{أجـ}$ في هـ . اثبت أن $\frac{م(\triangle أبجـ)}{م(\triangle أبهـ)} = \frac{7}{16}$.

7) أ ب جـ د متوازي أضلاع ، س ∈ $\overrightarrow{أب}$ ، س ∉ $\overline{أب}$ حيث ب س = 2 أ ب ، ص ∈ $\overrightarrow{جب}$ ، ص ∉ $\overline{جب}$ حيث ب ص = 2 ب جـ ، رسم متوازي الأضلاع ب س ع ص اثبت أن $\frac{م(\text{المتوازي أ ب جـ د})}{م(\text{المتوازي س ب ص ع})} = \frac{1}{4}$.

8) أ ب جـ د ، س ص ع ل مضلعان متشابهان فإذا كانت م منتصف ب جـ ، ن منتصف ص ع . اثبت أن م(المضلع أ ب جـ د) : م(المضلع س ص ع ل) = (م د)^2 : (ن ل)^2

9) أ ب جـ مثلث قائم الزاوية في ب ، ب د ⊥ أ جـ يقطعه في د ، رسم على أ ب ، ب جـ المربعان أ س ص ب ، ب م ن جـ خارج المثلث أ ب جـ

(1) اثبت أن: المضلع د أ س ص ب ~ المضلع د ب م ن جـ

(2) إذا كان أ ب = 6 سم ، أ جـ = 10 سم . أوجد النسبة بين مساحتي سطحي المضلعين

10) أ ب جـ مثلث فيه أ ب ، ب جـ ، أ جـ أضلاع متناظرة لثلاثة مضلعات متشابهة مرسومة خارج المثلث ، وهي المضلعات س ، ص ، ع على الترتيب فإذا كانت مساحة المضلع س = 40 سم^2 ومساحة المضلع ص = 85 سم^2 ومساحة المضلع ع = 125 سم^2 . اثبت أن المثلث أ ب جـ قائم الزاوية .

11) أ ب جـ د مربع قسمت أ ب ، ب جـ ، جـ د ، د أ بالنقاط س ، ص ، ع ، ل بنسبة 1 : 3 اثبت أن :-

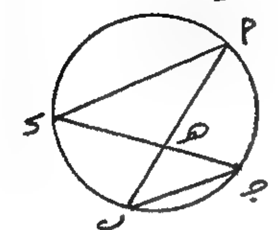
(1) الشكل س ص ع ل مربع .

(2) $\frac{م(\text{المربع س ص ع ل})}{م(\text{المربع أ ب جـ د})} = \frac{5}{8}$.

(٥) "تطبيقات التشابه في الدائرة"

تمرين مشهور :-

إذا تقاطع المستقيمان الحاويان للوترين $\overline{أب}$ ، $\overline{جـ د}$ للدائرة في نقطة هـ



فإن هـ أ × هـ ب = هـ جـ × هـ د

المعطيات :- $\overline{أب}$ ، $\overline{جـ د}$ وتران متقاطعان في هـ

المطلوب :- اثبات أن هـ أ × هـ ب = هـ جـ × هـ د

العمل :- نرسم $\overline{أد}$ ، $\overline{ب جـ}$

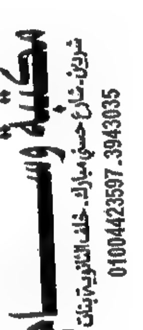
البرهان :- في Δ أ هـ د ، Δ جـ هـ ب فيهما

ق(∠ هـ أ د) = ق(∠ هـ جـ ب) "محيطيتان مشتركتان في $\overset{\frown}{ب د}$"

ق(∠ أ هـ د) = ق(∠ جـ هـ ب) متقابلين بالرأس

∴ Δ أ هـ د ~ Δ جـ هـ ب وينتج أن $\frac{أهـ}{جـ هـ} = \frac{هـ د}{هـ ب} = \frac{أد}{جـ ب}$

∴ من النسبتين الأولى والثانية ينتج هـ أ × هـ ب = هـ جـ × هـ د #



مثال ① :- في الشكل المقابل :-

أهـ = ٦ سم ، ب هـ = ٤ سم ، هـ جـ = ٣ سم أوجد طول هـ د

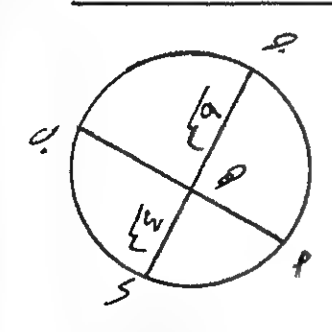
الحل :- ∵ $\overleftrightarrow{أب} \cap \overleftrightarrow{جـ د}$ = {هـ}

∴ أهـ × هـ ب = جـ هـ × هـ د ⇐ ٦ × ٤ = ٣ × هـ د ⇐ ٢٤ = ٣ هـ د $\overset{(÷٣)}{\Leftarrow}$ هـ د = ٨ سم #

مثال ② :- في الشكل المقابل :- $\overleftrightarrow{أب} \cap \overleftrightarrow{جـ د}$ = {هـ}

إذا كان $\frac{أهـ}{هـ ب} = \frac{٤}{٣}$ ، هـ جـ = ٩ سم ، هـ د = ٤ سم

أوجد طول هـ ب .

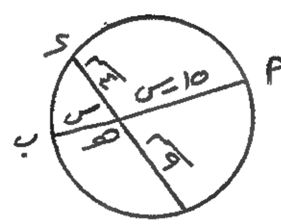


الحل :- ∵ $\frac{هـ أ}{هـ ب} = \frac{٤}{٣}$ ∴ هـ أ = ٤ ك ، هـ ب = ٣ ك حيث ك ≠ ٠

∵ $\overline{أب} \cap \overline{جـ د} = \{هـ\}$ ∴ هـ أ × هـ ب = هـ جـ × هـ د

∴ ٤ ك × ٣ ك = ٩ × ٤ ⟸ ١٢ ك² = ٣٦ $\xleftarrow{(\div ١٢)}$ ك² = ٣ ⟸ ك = $\sqrt{٣}$

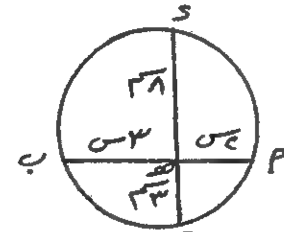
∴ هـ أ = ٤ ك = ٤ $\sqrt{٣}$ ، هـ ب = ٣ ك = ٣ $\sqrt{٣}$ #

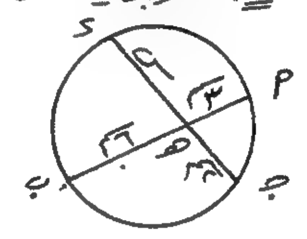


* تدريب * (١) في الشكل المقابل :- $\overline{أب} \cap \overline{جـ د} = \{هـ\}$

أهـ = ٩ سم ، جـ هـ = ٦ سم ، هـ د = ٣ سم أوجد طول هـ ب

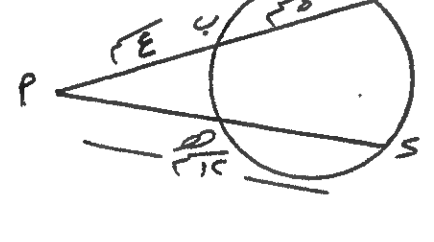
(٢) أوجد قيمة س في كل من الأشكال الآتية :-





مثال ③ في الشكل المقابل :- إذا كان

أب = ٤ سم ، ب جـ = ٥ سم ، أ د = ١٢ سم أوجد طول $\overline{أهـ}$



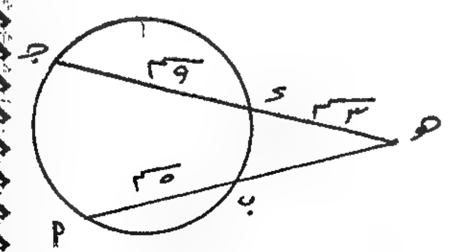
الحل :- ∵ أ نقطة خارج الدائرة ، $\overleftrightarrow{ب جـ} \cap \overleftrightarrow{هـ د} = \{أ\}$

∴ أب × أ جـ = أهـ × أ د ⟸ ٤ × ٩ = أهـ × ١٢

٣٦ = ١٢ أهـ ⟸ أهـ = $\frac{٣٦}{١٢}$ = ٣ سم

مثال ④ :- في الشكل المقابل :- $\overleftrightarrow{أب} \cap \overleftrightarrow{جـ د} = \{هـ\}$

أوجد طول ب هـ



الحل :- ∵ $\overleftrightarrow{أب} \cap \overleftrightarrow{جـ د} = \{هـ\}$ ⟸ نفرض أن ب هـ = س

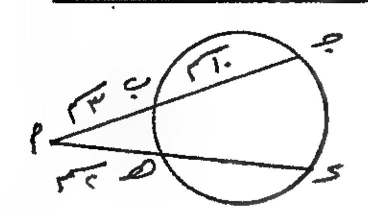
∴ هـ د × هـ جـ = هـ ب × هـ أ ⟸ ٣ × ١٢ = س(س + ٥)

٣٦ = س² + ٥ س ⟸ س² + ٥ س − ٣٦ = ٠ ⟸ (س + ٩)(س − ٤) = ٠

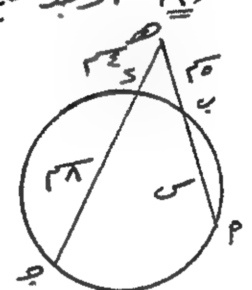
∴ س = -٩ (مرفوضة) ، س = ٤ ∴ طول ب‌هـ = ٤ سم

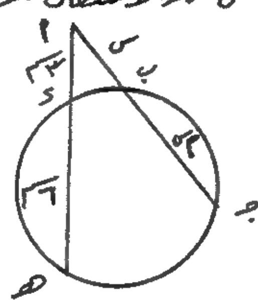
* تدريب * (١) من الشكل المقابل :-

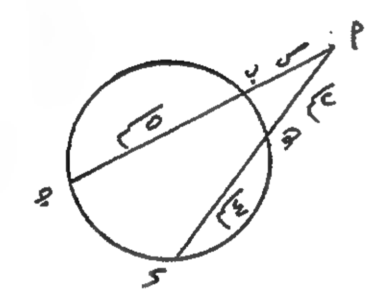
أوجد طول د‌هـ



(٢) أوجد قيمة س من كل من الأشكال الآتية :-

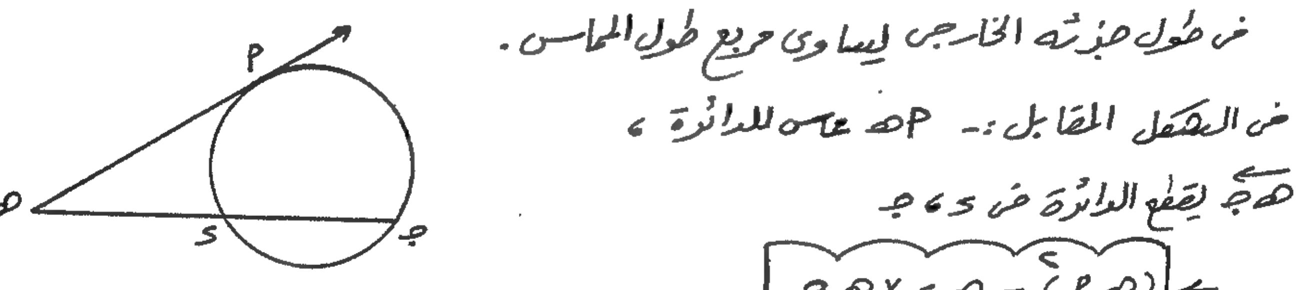






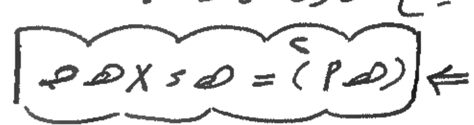
* نتيجة (١) :-

إذا رسم من نقطة خارج دائرة قاطع ومماس لها فإن حاصل ضرب طول القاطع في طول جزئه الخارج يساوي مربع طول المماس.



في الشكل المقابل :- أهـ مماس للدائرة ،

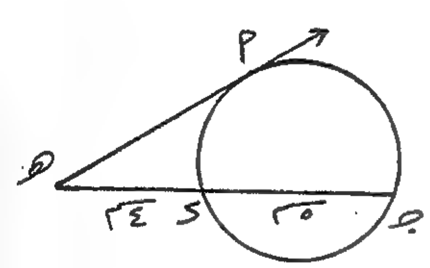
هـ‌جـ يقطع الدائرة في د ، جـ



⇐ (هـ أ)^2 = هـ د × هـ جـ

مثال ⑤ :- في الشكل المقابل :- هـ‌أ مماس للدائرة عند ب

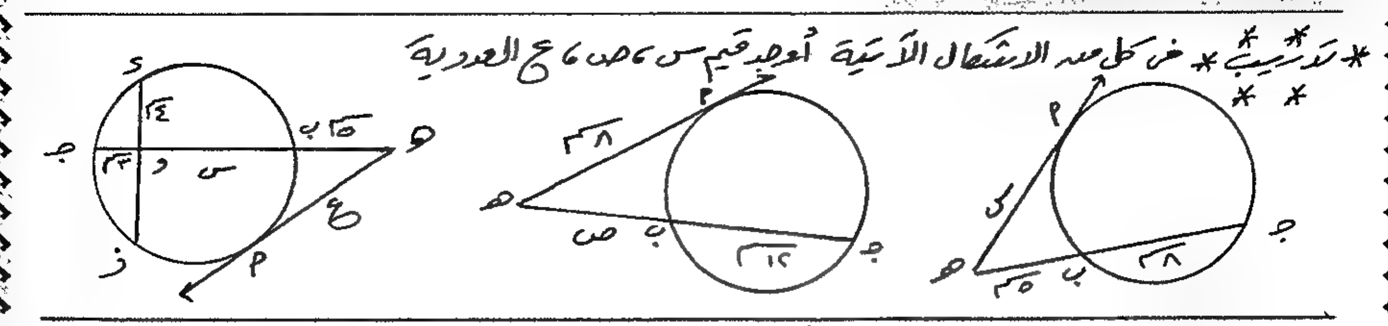
هـ د = ٤ سم ، جـ د = ٥ سم أوجد طول هـ‌أ



الحل :- هـ‌أ مماس للدائرة

∴ (هـ أ)^2 = هـ د × هـ جـ ⇐ (هـ أ)^2 = ٤ × ٩ = ٣٦ ⇐ هـ أ = ٦ سم

* تدريب * في كل من الأشكال الآتية أوجد قيم س ، ص ، ع العددية * *



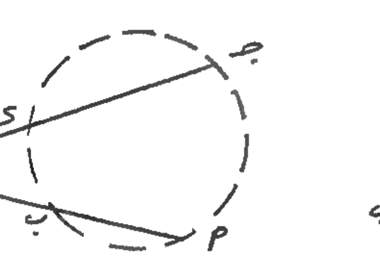
عكس تمرين مشهور :-

إذا تقاطع المستقيمان الحاويان للقطعتين أب ، جـ د في نقطة هـ (مختلفة عن كل من أ ، ب ، جـ ، د) وكان هـ أ × هـ ب = هـ جـ × هـ د فإن النقط أ ، ب ، جـ ، د تقع على دائرة واحدة

في الشكل المقابل :-

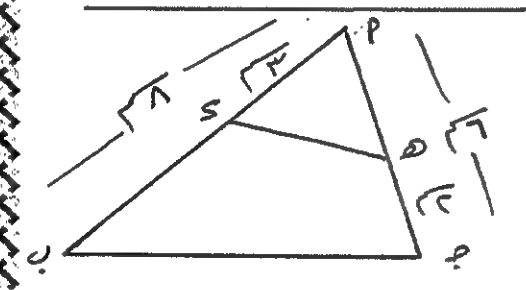
إذا كان هـ أ × هـ ب = هـ جـ × هـ د

فإن الشكل أ ب جـ د رباعي دائري



مثال ⑥ :- في الشكل المقابل :-

اثبت أن الشكل هـ جـ ب د رباعي دائري



الحل :- ∵ أ د × أ ب = ٣ × ٨ = ٢٤

∵ أ هـ × أ جـ = ٦ × ٤ = ٢٤

∴ أ د × أ ب = أ هـ × أ جـ ∵ ب د ∩ جـ هـ = {أ}

∴ النقط هـ ، ب ، جـ ، د تقع على دائرة واحدة ويكون الشكل هـ جـ ب د رباعي دائري

"ملحوظة" :- يمكن حل المثال السابق بإثبات تشابه المثلثين أ هـ د ، أ ب جـ

مثال ⑦ :- من الشكل المقابل :-

اثبت أن الشكل أ ب د جـ رباعي دائري .

الحل :- ∵ أهـ × هـ ب = ٩ × ٤ = ٣٦ ، ∵ جـ هـ × هـ د = ١٢ × ٣ = ٣٦

∴ أهـ × هـ ب = جـ هـ × هـ د   ∵ $\overleftrightarrow{أب} \cap \overleftrightarrow{جـ د}$ = {هـ}

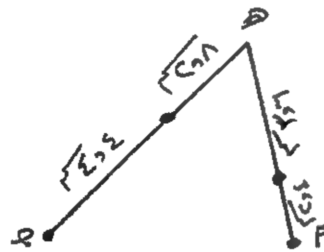
∴ الشكل أ ب د جـ رباعي دائري #

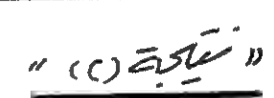
*** تدريب *** (١) في الشكل المقابل :-

اثبت أن الشكل د ب جـ هـ رباعي دائري

(٢) في أي من الأشكال الآتية تقع النقط

أ ، ب ، جـ ، د على دائرة واحدة ؟ فسر إجابتك

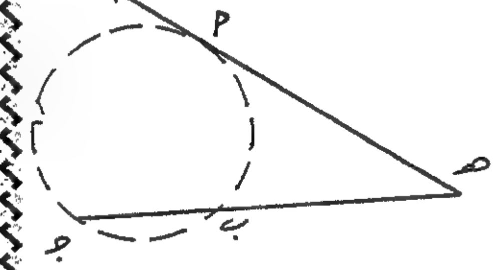




" نتيجة (٢) "

إذا كان (هـ أ)² = هـ ب × هـ جـ

فإن $\overleftrightarrow{هـ أ}$ مماس للدائرة المارة بالنقط أ ، ب ، جـ



مثال ⑧ :- أ ب جـ مثلث فيه أ ب = ٨ سم ، أ جـ = ٤ سم ، د ∈ $\overrightarrow{أ جـ}$ ، د ∉ $\overline{أ جـ}$

حيث جـ د = ١٢ سم . اثبت أن $\overleftrightarrow{أ ب}$ تمس الدائرة المارة بالنقط ب ، جـ ، د

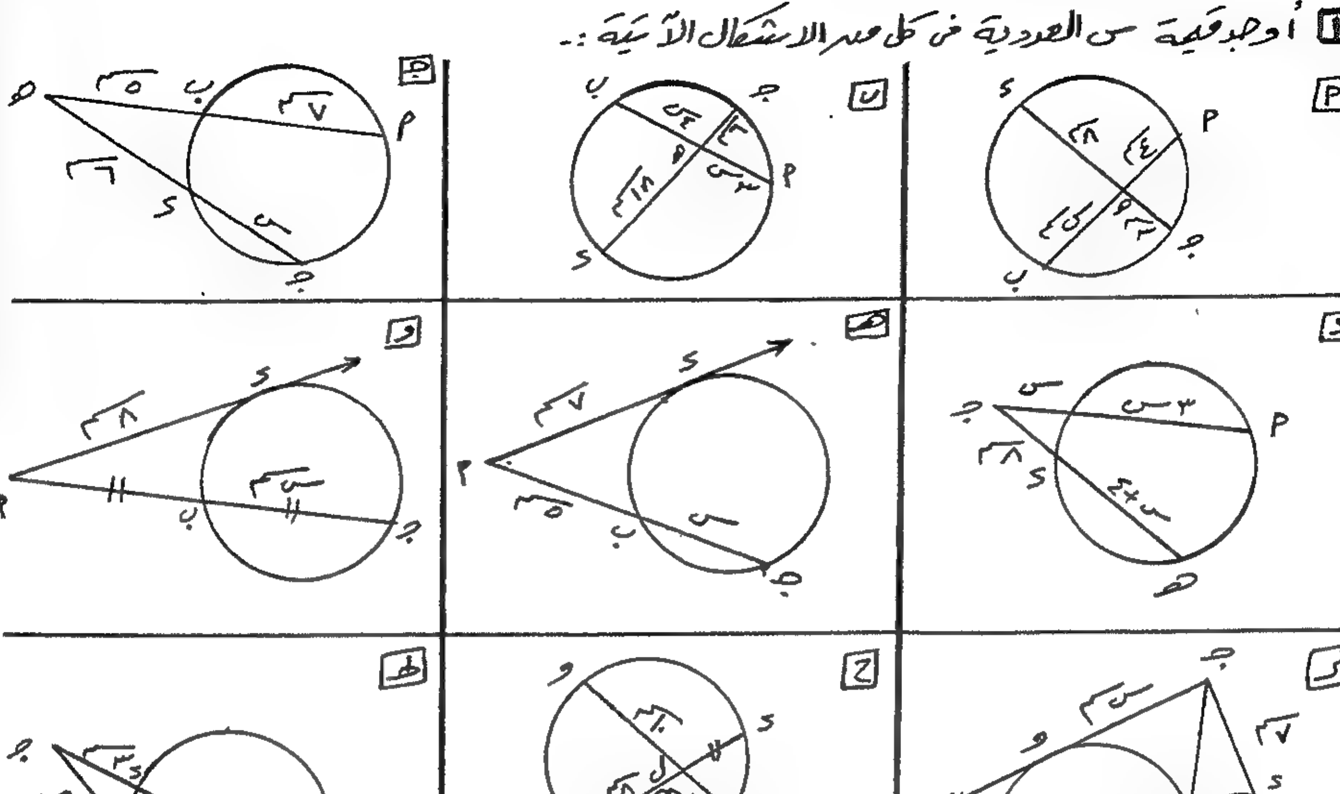
الحل :- ∵ (أ ب)² = ٨² = ٦٤ ، ∵ أ جـ × أ د = ٤ × ١٦ = ٦٤

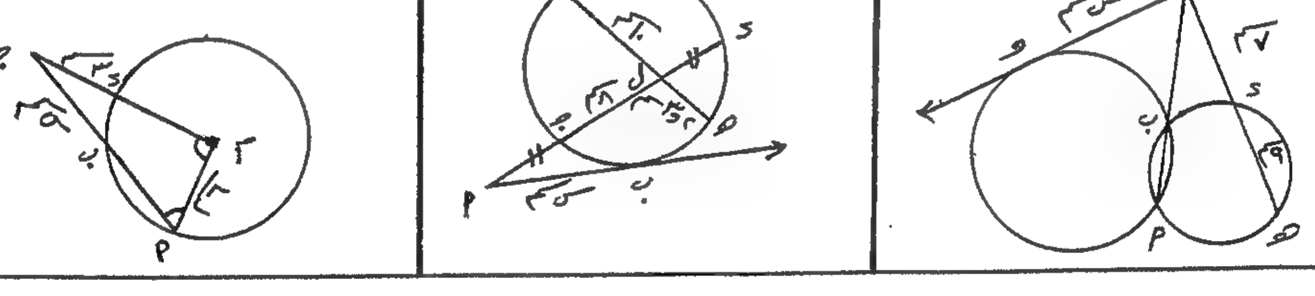
∴ (أ ب)² = أ جـ × أ د

∴ $\overleftrightarrow{أ ب}$ تمس الدائرة المارة بالنقط ب ، جـ ، د

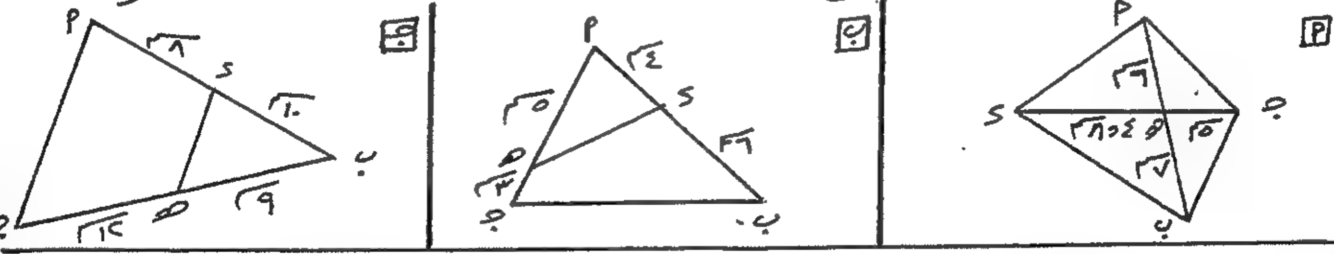
تمارين على " تطبيقات التشابه في الدائرة "



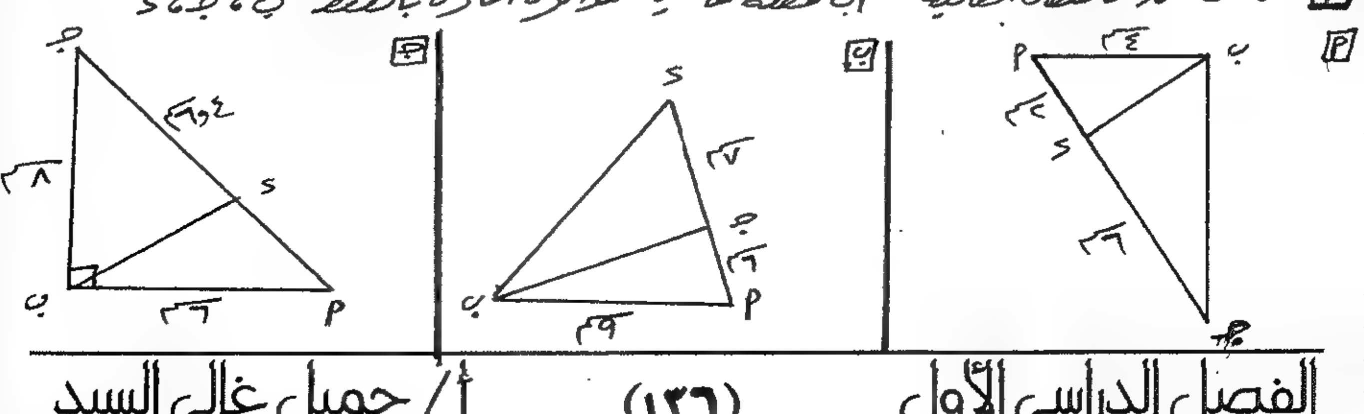


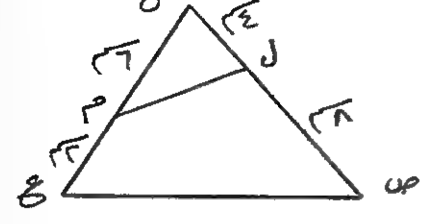












٤ من الشكل المقابل :- اثبت أن

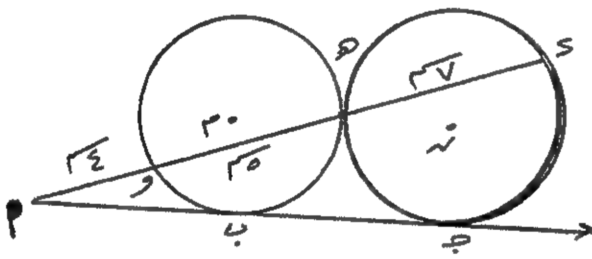
(١) Δ س ل م ~ Δ س ع ص

(٢) الشكل ل ص ع م رباعي دائري

٥ $\overleftrightarrow{أب}$ ∩ $\overline{جد}$ = {هـ} ، أهـ = $\frac{٣}{٤}$ ب هـ ، د هـ = $\frac{٣}{٥}$ هـ جـ ، إذا كان ب هـ = ٦سم ، جـ هـ = ٥سم أثبت أن النقط أ ، ب ، جـ ، د تقع على دائرة واحدة

٦ دائرتان متقاطعتان في أ ، ب . جـ ∈ $\overleftrightarrow{أب}$ ، جـ ∉ $\overline{أب}$ رسم من جـ القطعتان $\overline{جس}$ ، $\overline{جص}$ مماسيتان للدائرة عند س ، ص . أثبت أن : جـ س = جـ ص

٧ من الشكل المقابل :-



اثبت أن : ب منتصف أجـ

٨ اب جـ مثلث ، د ∈ $\overline{بجـ}$ حيث د ب = ٥سم ، د جـ = ٤سم ، اذا كان أ جـ = ٦سم

اثبت أن : (١) $\overline{أجـ}$ مماسة للدائرة التي تمر بالنقط أ ، ب ، د

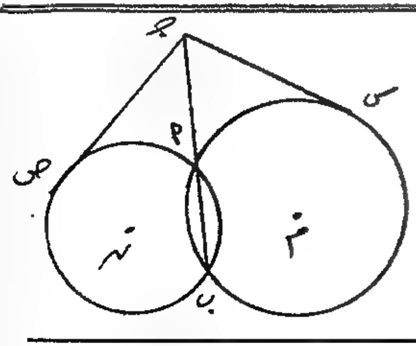
(٢) Δ أ جـ د ~ Δ ب جـ أ (٣) م(Δ أ ب د) : م(Δ أ ب جـ) = ٥ : ٩

٩ دائرتان متحدتا المركز م ، طولا نصف قطريهما ١٢سم ، ٧سم ، رسم الوتر $\overline{أد}$ في الدائرة الكبرى ليقطع الدائرة الصغرى في ب ، جـ على الترتيب أثبت أن : أب × ب د = ٩٥

١٠ أ ب جـ د مستطيل فيه أب = ٦سم ، ب جـ = ٨سم ، رسم $\overline{به}$ ⊥ $\overline{أجـ}$ فقطع $\overline{أجـ}$ في هـ ، $\overline{أد}$ في و اثبت أن :- $(أب)^2$ = أو × أد ثم أوجد طول أو

---

١١ من الشكل المقابل :- دائرتان م ، ن متقاطعتان في أ ، ب

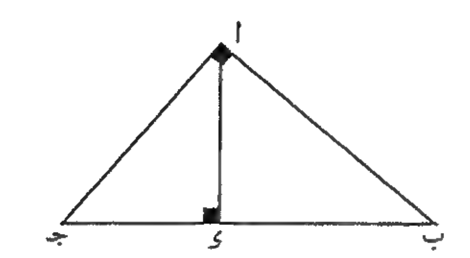


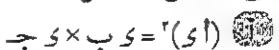
$\overline{جس}$ مماس للدائرة م ، $\overline{جص}$ مماس للدائرة ن

اثبت أن جـ س = جـ ص

تمارين عامة

① في الشكل المقابل: أي العبارات التالية غير صحيحة:





(أ) $(اى)^2 = ى ب \times ى جـ$



(ب) $(اب)^2 = ب ى \times ب جـ$

(جـ) ا جـ × ب جـ = ا ب × ا ى

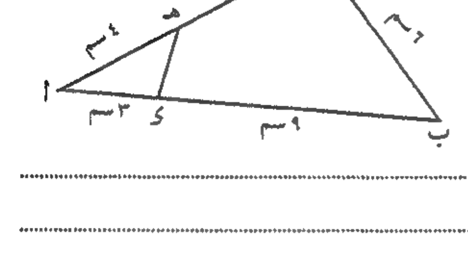
(د) ا ب × ا جـ = ا ى × ب جـ

....

② في الشكل المقابل: ا ب جـ مثلث ى ∈ $\overline{اب}$ ، هـ ∈ $\overline{اجـ}$.

أثبت أن △ا ى هـ ~ △ا جـ ب

ثم أوجد طول $\overline{هـ ى}$



....

....

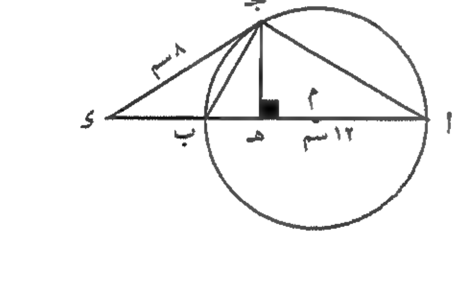
....

....

③ في الشكل المقابل: $\overline{اب}$ قطر في الدائرة م، طوله ١٢سم

ى ∈ $\overleftrightarrow{اب}$ حيث ا ى = ١٦سم، جـ تقع على الدائرة

حيث جـ ى = ٨سم. $\overline{جـ هـ} \perp \overline{اب}$. أثبت أن:





(أ) $\overleftrightarrow{جـ ى}$ مماسة للدائرة م.

(ب) △ى جـ ب ~ △ى ا جـ

(جـ) جـ هـ = ٤,٨سم

....

....

....

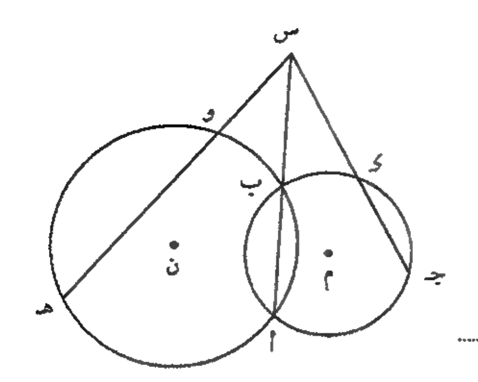
....

④ ا ب جـ مثلث قائم الزاوية في ب. $\overline{بى} \perp \overline{اجـ}$ ، ا ب = ١٥سم، ا ى = ٩سم. رسم على $\overline{اب}$ ، $\overline{بجـ}$ من الخارج المربعان ا ب ص س، ب جـ هـ و.

(أ) أثبت أن المضلع ى ا س ص ب ~ المضلع ى ب و هـ جـ

(ب) أوجد م (المضلع ى ا س ص ب) : م (المضلع ى ب و هـ جـ)

....



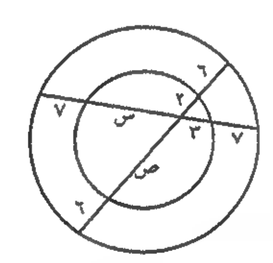
⑤ فى الشكل المقابل: الدائرتان م، ن متقاطعتان فى أ، ب

$\overleftrightarrow{أب} \cap \overleftrightarrow{جـ ى} \cap \overleftrightarrow{هـ و} = \{س\}$ حيث

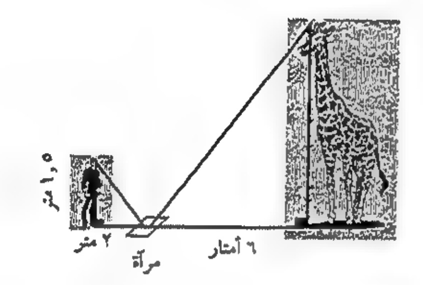
س ى = ٢ ى جـ، هـ و = ١٠سم، و س = ٦ سم

(أ) أثبت أن الشكل جـ ى و هـ رباعى دائرى.

(ب) أوجد طول $\overline{جـ ى}$

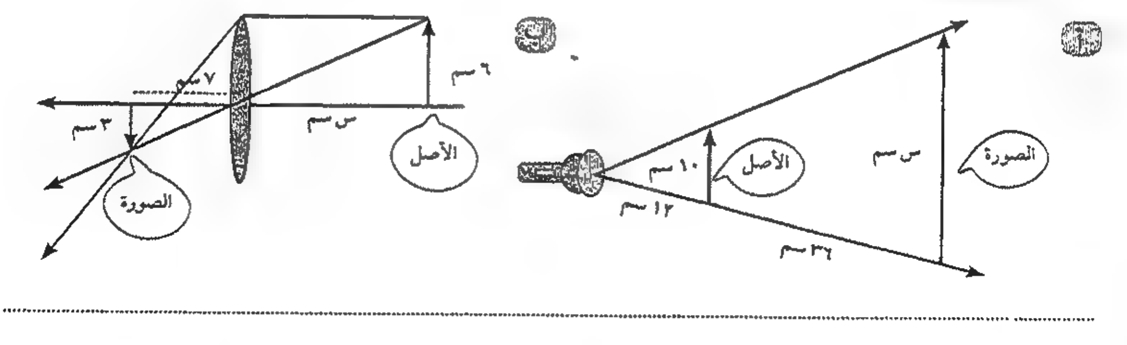


⑥ فى الشكل المقابل: دائرتان متحدتا المركز،
والأطوال المبينة للقطع المستقيمة بالسنتيمترات.
أوجد قيم س، ص العددية.



⑦ حديقة حيوان: فى رحلة مدرسية إلى حديقة الحيوان أراد حسام أن يعرف ارتفاع حيوان الزرافة. وضع حسام مرآة مستوية على الأرض تبعد عنه متران وعن الزرافة ٦ أمتار، فإذا كان حسام والمرآة والزرافة على استقامة واحدة وارتفاع حسام ١,٥ مترًا . كم يبلغ ارتفاع الزرافة.

⑧ الربط بالفيزياء: احسب معامل مغير البعد، واحسب قيمة س العددية فى كل شكل مما يلى.



اختبار الوحدة

① أكمل ما يأتي:

(أ) المضلعان المشابهان لثالث ....

(ب) إذا تناسبت أطوال الأضلاع المتناظرة في مثلثين فإنهما ....

(جـ) إذا كانت النسبة بين محيطي مضلعين متشابهين ٣ : ٥ فإن النسبة بين مساحتيهما ....

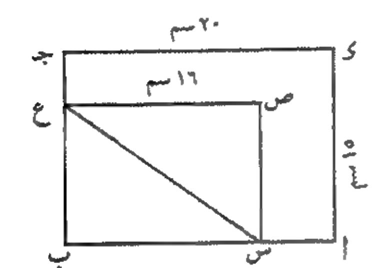
(د) إذا تقاطع وتران $\overline{\text{أب}}$ ، $\overline{\text{جـء}}$ لدائرة في نقطة س فإن:

.... × .... = ... × ....

(هـ) إذا كان المستطيل أ ب جـ ء ~ المستطيل س ب ع ص،

أ ء = ١٥سم ، جـ ء = ٢٠سم، ص ع = ١٦سم

فإن: س ع = ...



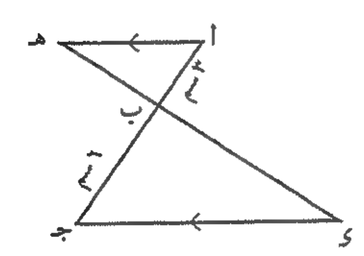
② في الشكل المقابل: $\overline{\text{أهـ}} // \overline{\text{ءجـ}}$ ، $\overline{\text{أجـ}} \cap \overline{\text{هـء}} = \{\text{ب}\}$،

أ ب = ٣سم، ب جـ = ٦سم، هـ ء = ١٢سم

فأوجد طول $\overline{\text{هـب}}$

....

....



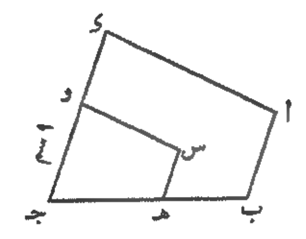
③ في الشكل المقابل: المضلع أ ب جـ ء ~ المضلع س هـ جـ و

أثبت أن $\overline{\text{أب}} // \overline{\text{س هـ}}$

وإذا كانت س هـ = $\frac{1}{2}$ أب، جـ و = ٩سم فأوجد طول $\overline{\text{وء}}$

....

....



④ أ ب جـ مثلث فيه س $\in \overline{\text{أب}}$ بحيث كان أ س = ٨سم، س ب = ١٢سم

ص $\in \overline{\text{أجـ}}$، بحيث كان أ ص = ١٠سم، ص جـ = ٦سم.

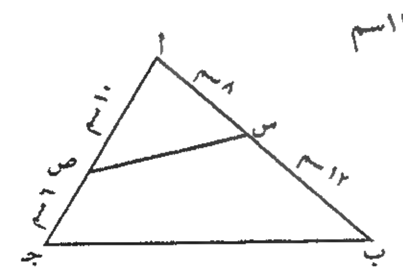
أثبت أن:

(أ) $\triangle$ أ ب جـ ~ $\triangle$ أ ص س

(ب) الشكل س ب جـ ص رباعي دائري.

....

....



⑤ $\overline{\text{أب}}$ ، $\overline{\text{جـء}}$ وتران في دائرة متقاطعان، في هـ فإذا كان هـ منتصف $\overline{\text{أب}}$ ، جـ هـ = ٤سم، هـ ء = ٩سم

فأوجد طول $\overline{\text{أب}}$. ....

اختبار تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

① إذا كان $\frac{٢س+١}{س+١} = \frac{٣}{٢}$ فإن ١١ - س تساوي:

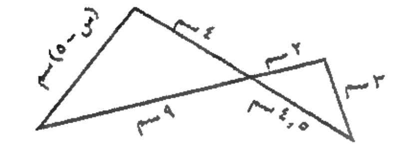
(أ) -١٠ (ب) صفرًا (ج) ٥ (د) ١٠

② مستعينًا بمعطيات الشكل، فإن س تساوي:

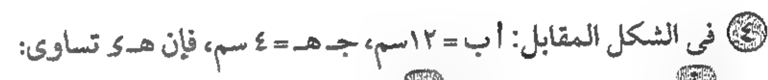


(أ) ٣٢ (ب) ١٨
(ج) ٢٧ (د) ٥١

③ مستعينًا بمعطيات الشكل، فإن س تساوي:



(أ) ٥ (ب) ١١
(ج) ١٢ (د) ١٤

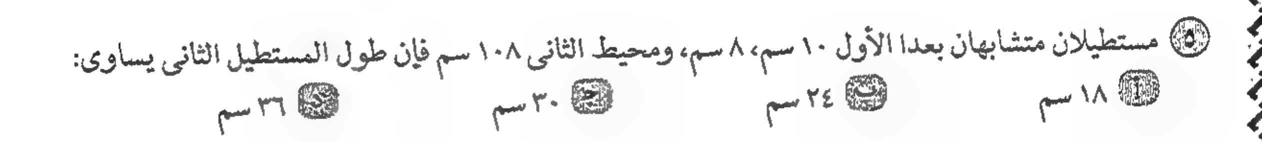


④ في الشكل المقابل: أ ب = ١٢سم، جـ هـ = ٤ سم، فإن هـ ء تساوي:



(أ) ٥ سم (ب) ٦ سم
(ج) ٨ سم (د) ٩ سم

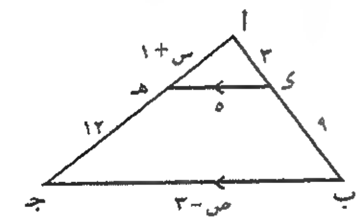
⑤ مستطيلان متشابهان بعدا الأول ١٠ سم، ٨ سم، ومحيط الثانى ١٠٨ سم فإن طول المستطيل الثانى يساوى:



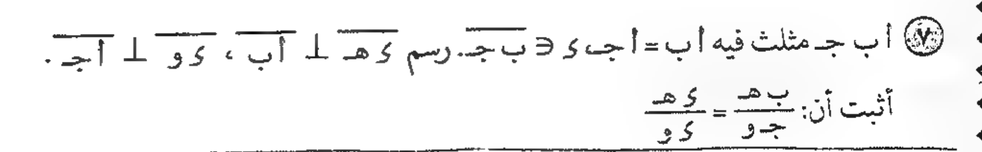
(أ) ١٨ سم (ب) ٢٤ سم (ج) ٣٠ سم (د) ٣٦ سم

الأسئلة ذات الإجابات القصيرة:

⑥ في الشكل المقابل: أوجد قيمة كل من س، ص
الأطوال مقدرة بالسنتيمترات.



⑦ أ ب جـ مثلث فيه أ ب = أ جـ ، ء ∈ $\overline{ب جـ}$. رسم $\overline{ء هـ} \perp \overline{أ ب}$ ، $\overline{ء و} \perp \overline{أ جـ}$.

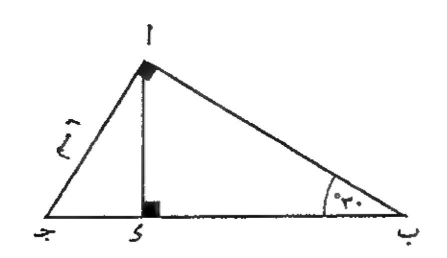


أثبت أن: $\frac{ب هـ}{جـ و} = \frac{ء هـ}{ء و}$

⑧ فى الشكل المقابل: $\overline{أب} \perp \overline{أجـ}$ ، $\overline{أء} \perp \overline{بجـ}$

ق (∠ ب) = ٣٠° ، أجـ = ٦ سم

أوجد طول كل من: $\overline{أب}$ ، $\overline{بء}$ ، $\overline{أء}$



التمارين ذات الإجابات الطويلة:

⑨ أ ب جـ ء شبه منحرف تقاطع قطراه فى هـ، إذا كان $\overline{أء}$ // $\overline{ب جـ}$ أثبت أن: $\frac{أهـ}{هـ جـ} = \frac{ء هـ}{هـ ب}$

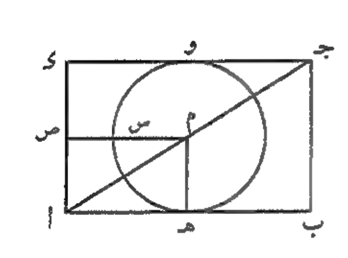
⑩ فى الشكل المقابل: أ ب جـ ء مستطيل، م دائرة طول نصف قطرها ٦ سم

وتمس $\overline{أب}$ عند هـ، $\overline{جـء}$ عند و.

رسم $\overline{م ص}$ // $\overline{أب}$ ويقطع الدائرة فى س، $\overline{أء}$ فى ص.

إذا كان: س ص = ٢سم، $\frac{م (\triangle أهـم)}{م (\triangle أب جـ)} = \frac{١}{٤}$

أوجد طول $\overline{ب هـ}$، $\overline{ب جـ}$



الوحدة الرابعة

نظريات التناسب في المثلث

١) المستقيمات المتوازية والاجزاء المتناسبة

٢) نظرية تاليس

٣) منصفات الزوايا والاجزاء المتناسبة

٤) تطبيقات التناسب في الدائرة

تمارين عامة علي الوحدة

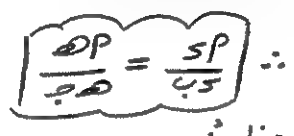
اختبار الوحدة

(١) المستقيمات المتوازية والأجزاء المتناسبة

نظرية (١) :-

إذا رسم مستقيم يوازي أحد أضلاع مثلث ويقطع الضلعين الآخرين فإنه يقسمها إلى قطع أطوالها متناسبة .

في الشكل المقابل :- $\triangle$ أ ب جـ فيه $\overleftrightarrow{\text{د هـ}}$ // $\overline{\text{ب جـ}}$



$\therefore \frac{\text{أ د}}{\text{د ب}} = \frac{\text{أ هـ}}{\text{هـ جـ}}$

لاحظ أن :-

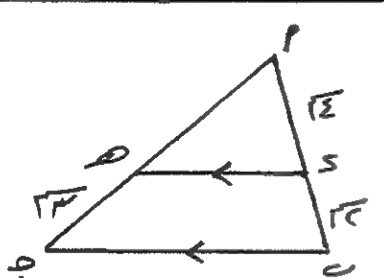
$\because \frac{\text{أ د}}{\text{د ب}} = \frac{\text{أ هـ}}{\text{هـ جـ}} \Leftarrow \frac{\text{أ د} + \text{د ب}}{\text{د ب}} = \frac{\text{أ هـ} + \text{هـ جـ}}{\text{هـ جـ}}$

$\left(\frac{\text{مقدم} + \text{تالى}}{\text{تالى}} = \frac{\text{مقدم} + \text{تالى}}{\text{تالى}}\right)$ "من خواص التناسب"

أي أن : $\frac{\text{أ ب}}{\text{د ب}} = \frac{\text{أ جـ}}{\text{هـ جـ}}$

وعليه نستنتج أيضاً : $\frac{\text{أ د}}{\text{أ ب}} = \frac{\text{أ هـ}}{\text{أ جـ}}$

مثال (١) :- في الشكل المقابل :-

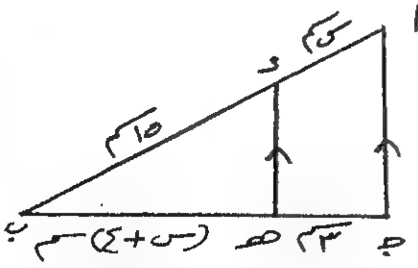


أوجد طول $\overline{\text{أ هـ}}$

الحل :- $\because \overline{\text{د هـ}}$ // $\overline{\text{ب جـ}}$

$\therefore \frac{\text{أ د}}{\text{د ب}} = \frac{\text{أ هـ}}{\text{هـ جـ}} \Leftarrow \frac{٤}{٢} = \frac{\text{أ هـ}}{٣} \Leftarrow \text{أ هـ} = \frac{٣ \times ٤}{٢} = ٦ \text{ سم}$ #

مثال (٢) :- في الشكل المقابل :-



أوجد قيمة س

الحل :- $\because \overline{\text{د هـ}}$ // $\overline{\text{أ جـ}}$

$\therefore \frac{\text{ب هـ}}{\text{هـ جـ}} = \frac{\text{ب د}}{\text{د أ}} \Leftarrow \frac{\text{س} + ٤}{٣} = \frac{١٥}{\text{س}} \Leftarrow \text{س}(\text{س} + ٤) = ٤٥ \Leftarrow \text{س}^٢ + ٤\text{س} = ٤٥$

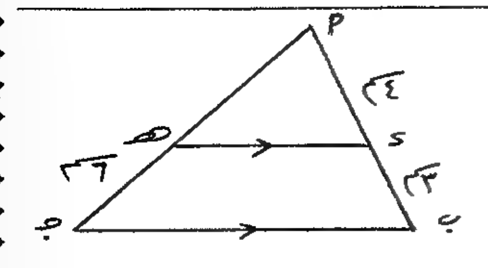
$\therefore \text{س}^٢ + ٤\text{س} - ٤٥ = ٠ \Leftarrow (\text{س} + ٩)(\text{س} - ٥) = ٠ \Leftarrow \text{س} = -٩$ (مرفوض)

$\Leftarrow \boxed{\text{س} = ٥}$ #

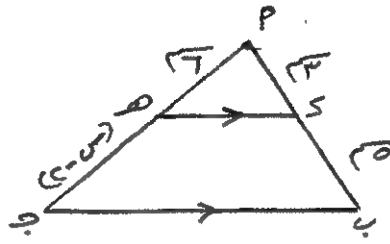
* تدريب * (1) من الشكل المقابل :-

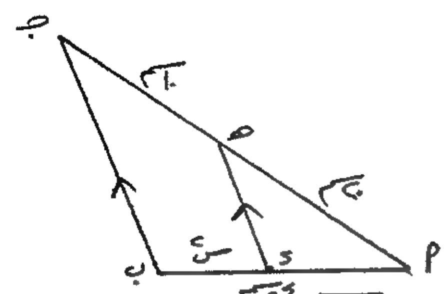
△ أ ب جـ فيه د ∈ $\overline{أب}$ ، هـ ∈ $\overline{أجـ}$

أوجد طول $\overline{أهـ}$

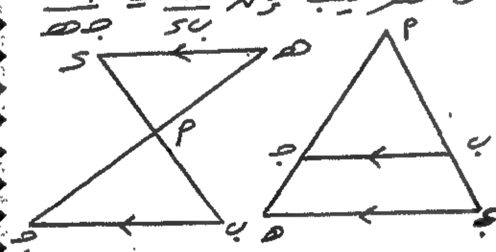


(2) أوجد قيمة س العددية في كل مما يأتي :-





"نتيجة" :- إذا رسم مستقيم خارج مثلث أ ب جـ يوازي ضلعاً من أضلاع المثلث ، وليكن $\overline{ب جـ}$ ويقطع $\overleftrightarrow{أب}$ ، $\overleftrightarrow{أجـ}$ في د ، هـ على الترتيب فإن $\frac{أب}{ب د} = \frac{أجـ}{جـ هـ}$

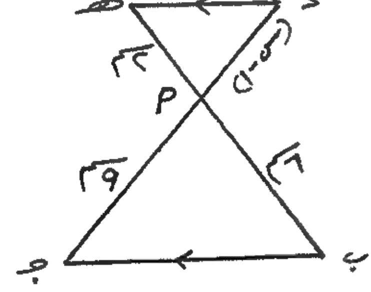


من الشكل المقابل :- بتطبيق خواص التناسب

نستنتج أن :- $\frac{أد}{أب} = \frac{أهـ}{أجـ}$ ، $\frac{أد}{ب د} = \frac{أهـ}{جـ هـ}$

مثال ③ :- من الشكل المقابل :-

أوجد قيمة س .



الحل :- ∵ $\overline{د هـ} // \overline{ب جـ}$

∴ $\frac{أب}{أهـ} = \frac{أجـ}{أد} \Leftarrow \frac{٦}{٢} = \frac{٩}{س-١} \Leftarrow ٣(س-١) = ٩$ (÷٣)

$\Leftarrow$ س - ١ = ٣ $\Leftarrow$ **س = ٤**

مثال ④ :- من الشكل المقابل :-

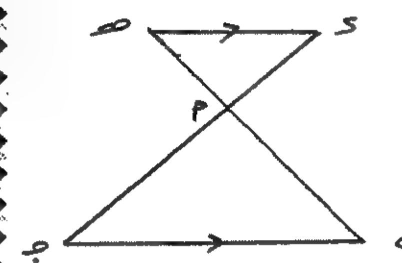
أوجد طول كل من $\overline{أهـ}$ ، $\overline{د س}$

الحل :- ∵ $\overline{هـ د} // \overline{جـ ب}$ ∴ $\frac{أد}{أب} = \frac{أهـ}{أجـ}$

∴ $\frac{12}{6} = \frac{أهـ}{هـ ص}$ ⇐ أهـ $= \frac{12 \times 5}{6} = 10$ سم .

في Δ أهـ ى ∵ س ص // هـ ى ∴ $\frac{أهـ}{هـ ص} = \frac{أى}{ى س}$

⇐ $\frac{10}{4} = \frac{12}{س}$ ⇐ ى س = $\frac{12 \times 4}{10} = 4.8$ سم .

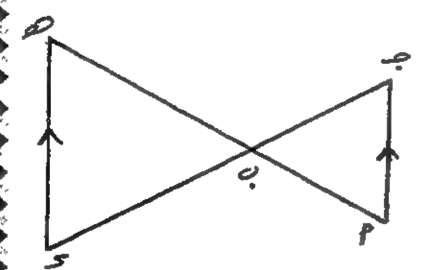


* تدريب * (1) في الشكل المقابل :-

ى هـ // ب جـ ، أب = 6 سم ، أى = 7.5 سم

أهـ = 2 سم ، أ جـ = (س + 1) سم أوجد قيمة س

(2) في الشكل المقابل :-

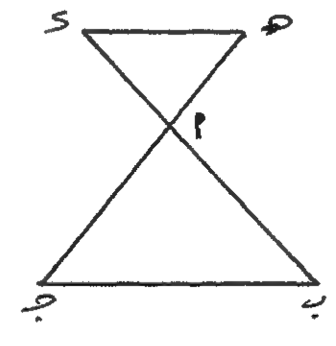


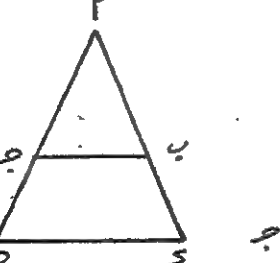
[أ] إذا كان أب = 8 سم ، ب جـ = 9 سم ، ب هـ = 12 سم أوجد ب ى .

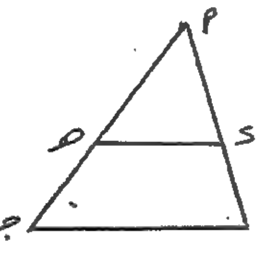
[ب] إذا كان أب = 6 سم ، ب هـ = 9 سم ، جـ ى = 18 سم أوجد ب جـ .

عكس نظرية (1) :-

إذا قطع مستقيم ضلعين من أضلاع مثلث ، وقسمها إلى قطع أطوالها متناسبة فإنه يوازي الضلع الثالث .





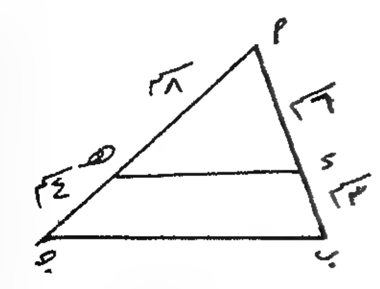


في الشكل المقابل :-

إذا كان $\frac{أى}{ى ب} = \frac{أهـ}{هـ جـ}$

فإن $\overleftrightarrow{ى هـ}$ // $\overleftrightarrow{ب جـ}$

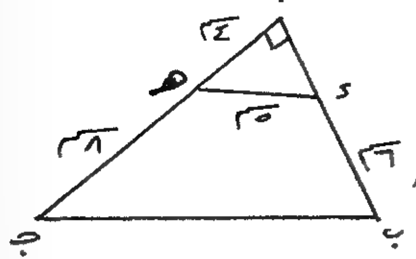
مثال (5) :- في الشكل المقابل :- اثبت أن ى هـ // ب جـ



الحل :- Δ أب جـ فيه :- $\frac{أى}{ى ب} = \frac{6}{3} = 2$ ، $\frac{أهـ}{هـ جـ} = \frac{8}{4} = 2$

∴ $\frac{أى}{ى ب} = \frac{أهـ}{هـ جـ}$ ⇐ ى هـ // ب جـ #

مثال ⑥ : في الشكل المقابل : أ ب جـ مثلث قائم الزاوية في أ



(١) اثبت أن د هـ // ب جـ    (٢) أوجد طول ب جـ

الحل :

∵ Δ أ د هـ قائم في أ ⇐ (أد)^2 = (د هـ)^2 − (أ هـ)^2 "فيثاغورث"

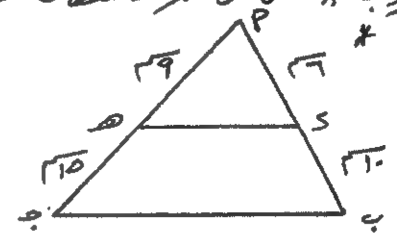
∴ (أد)^2 = ٢٥ − ١٦ = ٩ ⇐ أد = ٣ سم

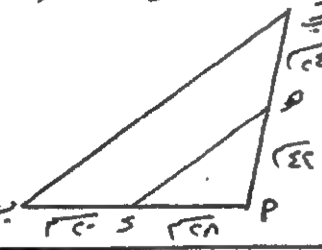
∵ أد / د ب = ٣ / ٦ = ١ / ٢ ، أ هـ / هـ جـ = ٤ / ٨ = ١ / ٢   ∴ أد / د ب = أ هـ / هـ جـ   ∴ د هـ // ب جـ #

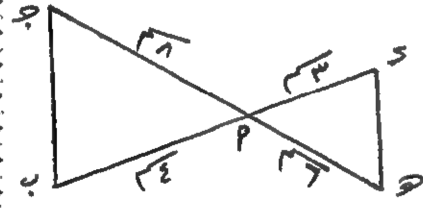
∵ Δ أ د هـ ∼ Δ أ ب جـ   ∴ أد / أب = د هـ / ب جـ

∴ ٣ / ٩ = ٥ / ب جـ ⇐ ب جـ = (٥ × ٩) / ٣ = ١٥ سم #

تدريب : في كل من الأشكال الآتية حدد ما إذا كان د هـ // ب جـ أم لا







مثال ⑦ : أ ب جـ د شكل رباعي فيه س ∈ أب ، ص ∈ أجـ حيث س ص // ب جـ رسم ص ع // جـ د ويقطع أد في ع . اثبت أن س ع // ب د

الحل : في Δ أ ب جـ

∵ س ص // ب جـ   ∴ أس / س ب = أص / ص جـ ← ①

في Δ أ د جـ

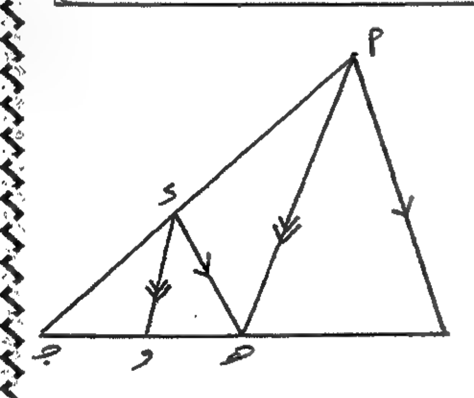
∵ ص ع // جـ د   ∴ أع / ع د = أص / ص جـ ← ②

من ① ، ② ينتج أن أس / س ب = أع / ع د

في Δ أ ب د   ∵ أس / س ب = أع / ع د   ∴ س ع // ب د #

تدريب : أ ب جـ د شكل رباعي تتقاطع قطراه في م . رسم $\overrightarrow{مهـ}$ // $\overline{أد}$ ويقطع $\overline{أب}$ في هـ ورسم $\overrightarrow{مو}$ // $\overline{جـد}$ ويقطع $\overline{بجـ}$ في و . أثبت أن $\overline{هـو}$ // $\overline{أجـ}$.

مثال ① :- إذا كان هـ ، و ، س ، ص منتصفات الأضلاع $\overline{أب}$ ، $\overline{بجـ}$ ، $\overline{جـد}$ ، $\overline{دأ}$ في الشكل الرباعي أ ب جـ د . هل الشكل هـ و س ص متوازي أضلاع ؟ .



الحل :- العمل :- نرسم $\overline{بد}$

- في Δ أ ب د :- ∵ هـ منتصف $\overline{أب}$ ، ص منتصف $\overline{أد}$

∴ $\overline{صهـ}$ // $\overline{دب}$ ، ص هـ = $\frac{1}{2}$ د ب ← ①

- في Δ جـ ب د :- ∵ و منتصف $\overline{بجـ}$ ، س منتصف $\overline{دجـ}$

∴ $\overline{وس}$ // $\overline{دب}$ ، و س = $\frac{1}{2}$ د ب ← ②

من ① ، ② ينتج أن $\overline{صهـ}$ // $\overline{وس}$ ، ص هـ = و س ∴ الشكل هـ و س ص متوازي أضلاع #

مثال ② :- في الشكل المقابل :- أ ب جـ مثلث ، د ∈ $\overline{أجـ}$

$\overline{دهـ}$ // $\overline{أب}$ ، $\overline{دو}$ // $\overline{أهـ}$. اثبت أن $(جـهـ)^2$ = جـ و × جـ ب

البرهان :-

- في Δ أ ب جـ :-

∵ $\overline{دهـ}$ // $\overline{أب}$ ∴ $\frac{جـهـ}{جـب} = \frac{جـد}{جـأ}$ ← ①

- في Δ أ هـ جـ :-

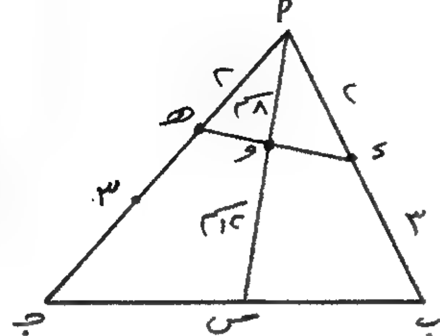
∵ $\overline{دو}$ // $\overline{أهـ}$ ∴ $\frac{جـو}{جـهـ} = \frac{جـد}{جـأ}$ ← ②

من ① ، ② ⇐ $\frac{جـهـ}{جـب} = \frac{جـو}{جـهـ}$ ⇐ $(جـهـ)^2$ = جـ و × جـ ب #

مثال ⑪ :- أ ب جـ مثلث ، د ∈ أب حيث ٣ أد = ٢ د ب ، هـ ∈ أجـ حيث ٥ جـ هـ = ٣ أجـ

رسم أس يقطع ب جـ في س . وإذا كان أو = ٨ سم ، أس = ٢٠ سم ، حيث و ∈ أس

اثبت أن النقط د ، و ، هـ على استقامة واحدة .



الحل :- ∵ ٣ أد = ٢ د ب ⟸ $\frac{\text{أد}}{\text{د ب}} = \frac{2}{3}$

∵ ٥ جـ هـ = ٣ أجـ ⟸ $\frac{\text{جـ هـ}}{\text{أجـ}} = \frac{3}{5}$

البرهان :- • في Δ أ ب س

∵ $\frac{\text{أد}}{\text{د ب}} = \frac{2}{3}$ ، $\frac{\text{أو}}{\text{و س}} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}$

∴ $\frac{\text{أد}}{\text{د ب}} = \frac{\text{أو}}{\text{و س}}$ ∴ د و // ب س ← ①

• في Δ أ جـ س

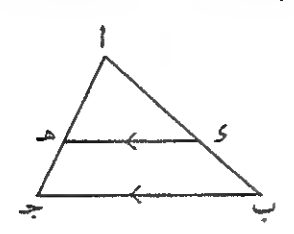
∵ $\frac{\text{أهـ}}{\text{هـ جـ}} = \frac{2}{3}$ ، $\frac{\text{أو}}{\text{و س}} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}$

∴ $\frac{\text{أهـ}}{\text{هـ جـ}} = \frac{\text{أو}}{\text{و س}}$ ∴ و هـ // س جـ ← ②

من ① ، ② ∵ و نقطة مشتركة بين د و ، و هـ ∴ النقط د ، و ، هـ على استقامة واحدة

تمارين على "المستقيمات المتوازية والأجزاء المتناسبة"

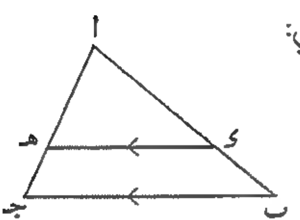
① في الشكل المقابل $\overline{\text{ىهـ}} \,//\, \overline{\text{بجـ}}$ أكمل:



أ) إذا كان $\frac{\text{اى}}{\text{ىب}} = \frac{5}{3}$ فإن: $\frac{\text{اب}}{\text{بى}} = \frac{\dots}{\dots}$ ، $\frac{\text{جـهـ}}{\text{هـا}} = \frac{\dots}{\dots}$

ب) إذا كان $\frac{\text{اهـ}}{\text{اجـ}} = \frac{4}{7}$ فإن: $\frac{\text{جـهـ}}{\text{هـا}} = \frac{\dots}{\dots}$ ، $\frac{\text{بى}}{\text{اب}} = \frac{\dots}{\dots}$

② في الشكل المقابل $\overline{\text{ىهـ}} \,//\, \overline{\text{بجـ}}$. حدد العبارات الصحيحة من ما يلي:



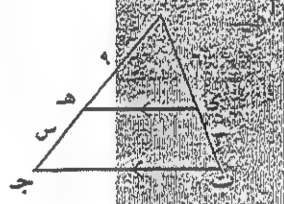
أ) $\frac{\text{اب}}{\text{ىب}} = \frac{\text{اهـ}}{\text{هـجـ}}$ ب) $\frac{\text{اى}}{\text{اهـ}} = \frac{\text{بى}}{\text{هـجـ}}$

جـ) $\frac{\text{اب}}{\text{بى}} = \frac{\text{اجـ}}{\text{اهـ}}$ د) $\frac{\text{اب}}{\text{بى}} = \frac{\text{اجـ}}{\text{جـهـ}}$

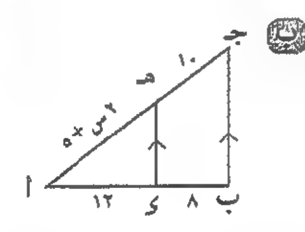
هـ) $\frac{\text{اجـ}}{\text{اى}} = \frac{\text{اب}}{\text{اهـ}}$ و) $\frac{\text{جـهـ}}{\text{بى}} = \frac{\text{اجـ}}{\text{اب}}$

③ في كل من الأشكال التالية $\overline{\text{ىهـ}} \,//\, \overline{\text{بجـ}}$. أوجد قيمة س العددية (الأطوال بالسنتيمترات).

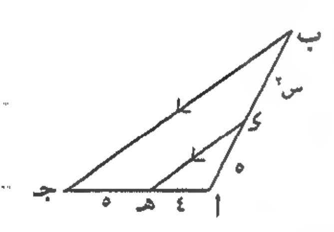
أ)



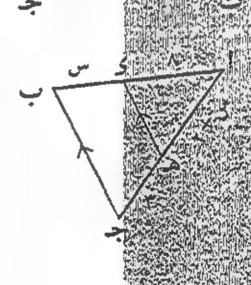
ب)



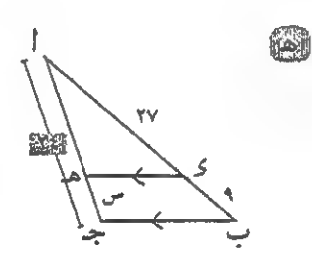
جـ)



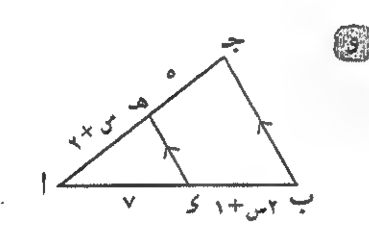
د)



هـ)



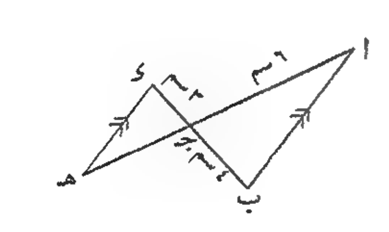
و)



④ في الشكل المقابل: $\overline{\text{اب}} \,//\, \overline{\text{ىهـ}}$ ، $\overline{\text{اهـ}} \cap \overline{\text{بى}} = \{\text{جـ}\}$

اجـ = ٦سم، ب جـ = ٤سم، جـى = ٣سم

أوجد طول $\overline{\text{جـهـ}}$



(٥) س ص ∩ ع ل = {م}، حيث س ع // ل ص، فإذا كان س م = ٩سم، ص م = ١٥سم، ع ل = ٣٦ سم.
أوجد طول ع م.



(٦) لكل مما يأتي: استخدم الشكل المقابل والبيانات المعطاة لإيجاد قيمة س:



(أ) ا ى = ٤ ، ب ى = ٨ ، جـ هـ = ٦ ، ا هـ = س.

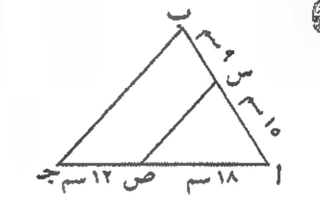
(ب) ا هـ = س ، هـ جـ = ٥ ، ا ى = س − ٢ ، ى ب = ٣.

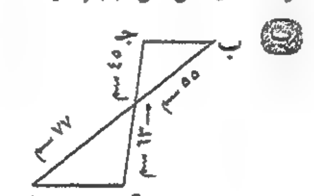
(جـ) ا ب = ٢١ ، ب و = ٨ ، و جـ = ٦ ، ا ى = س.

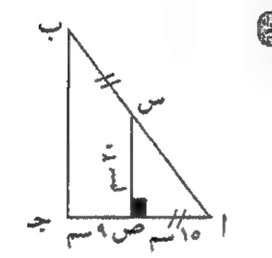
(د) ا ى = س ، ب و = س + ٥ ، ٢ى ب = ٣و جـ = ١٢.



(٧) في كل من الأشكال التالية، حدد ما إذا كان س ص // ب جـ







(٨) س ص ع مثلث فيه س ص = ١٤سم، س ع = ٢١سم، ل ∈ س ص بحيث س ل = ٥,٦سم،
م ∈ س ع حيث س م = ٨,٤سم. أثبت أن ل م // ص ع

(٩) في المثلث ا ب جـ، ى ∈ ا ب، هـ ∈ ا جـ، ٥ا هـ = ٤ هـ جـ
إذا كان ا ى = ١٠ سم، ى ب = ٨سم. حدد ما إذا كان ى هـ // ب جـ. فسر إجابتك.

(١٠) ا ب جـ ى شكل رباعي تقاطع قطراه في هـ فإذا كان ا هـ = ٦سم، ب هـ = ١٣سم، هـ و = ١٠سم،
هـ ى = ٧,٨سم. أثبت أن الشكل ا ب جـ ى شبه منحرف.

(١١) أثبت أن القطعة المستقيمة المرسومة بين منتصفي ضلعين في مثلث يوازي ضلعه الثالث، وطولها يساوي نصف طول هذا الضلع.

(١٢) ا ب جـ مثلث، ى ∈ ا ب حيث ٣ا ى = ٢ ى ب، هـ ∈ ا جـ حيث ٥ جـ هـ = ٣ ا جـ، رسم ا س يقطع ب جـ في س. إذا كان ا و = ٨سم، ا س = ٢٠سم، حيث و ∈ ا س. أثبت أن النقط ى، و، هـ على استقامة واحدة.

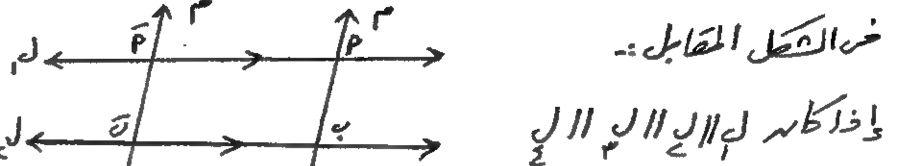
(١٣) ا ب جـ مثلث، ى ∈ ب جـ، بحيث $\frac{ب ى}{ى جـ} = \frac{٣}{٤}$ ، هـ ∈ ا ى ، بحيث $\frac{ا هـ}{ا ى} = \frac{٣}{٧}$، رسم جـ هـ فقطع ا ب في س، رسم ى ص // جـ س فقطع ا ب في ص. أثبت أن ا س = ب ص.

(١٤) ا ب جـ ى مستطيل تقاطع قطراه في م. هـ منتصف ا م ، و منتصف م جـ. رسم ى هـ يقطع ا ب في س، ورسم ى و يقطع ب جـ في ص. أثبت أن: س ص // ا جـ.

(١) " نظرية تاليس "

نظرية (١) [نظرية تاليس العامة :-

إذا قطع مستقيمان عدة مستقيمات متوازية فإن أطوال القطع الناتجة على أحد القاطعين تكون متناسبة مع أطوال القطع الناتجة على القاطع الآخر.



في الشكل المقابل :-

إذا كان $ل_١ // ل_٢ // ل_٣ // ل_٤$

، م ، م َ قاطعين لها ، فإن :-

$\frac{أب}{أَبَ} = \frac{ب جـ}{بَ جـَ} = \frac{جـ ء}{جـَ ءَ} = \frac{أ جـ}{أَ جـَ} = ...$

مثال ① :- في الشكل المقابل :-

أوجد طول كل من $ب ء$ ، $هـ س$

الحل :- ∵ $\overline{أب} // \overline{جـ ء} // \overline{هـ و} // \overline{س ص}$

∴ $\frac{أ جـ}{ب ء} = \frac{جـ هـ}{ء و} = \frac{هـ س}{و ص} \Leftarrow \frac{٢٨}{ب ء} = \frac{٢٠}{١٥} = \frac{هـ س}{٣٣}$

∴ $ب ء = \frac{٣ \times ٢٨}{٤} = ٢١$ سم ، $هـ س = \frac{٤ \times ٣٣}{٣} = ٤٤$ سم #

مثال ② :- في الشكل المقابل :-

أوجد قيمة س العددية

الحل :- ∵ $\overline{أب} // \overline{جـ ء} // \overline{هـ و}$

∴ $\frac{أ جـ}{ب ء} = \frac{جـ هـ}{ء و} \Leftarrow \frac{٣ س}{٤ س - ١} = \frac{٢ س}{٣ س - ٢}$

$\Leftarrow ٩ س - ٦ = ٨ س - ٢ \Leftarrow ٩ س - ٨ س = - ٢ + ٦$

∴ $\boxed{س = ٤}$

* تدريب * (١) في كل من الأشكال الآتية . أوجد قيم س ، ص العددية :

* حالة خاصة :

إذا تقاطع المستقيمان م، م' في النقطة أ

وكان $\overleftrightarrow{بب'} \parallel \overleftrightarrow{جج'}$ فإن $\frac{أب}{أج} = \frac{أب'}{أج'}$

وبالعكس : إذا كان $\frac{أب}{أج} = \frac{أب'}{أج'}$ فإن $\overleftrightarrow{بب'} \parallel \overleftrightarrow{جج'}$

نظرية تاليس الخاصة :

إذا كانت أطوال القطع الناتجة على أحد القاطعين متساوية فإن أطوال القطع الناتجة على القاطع الآخر متساوية .

في الشكل المقابل : $ل_1 \parallel ل_2 \parallel ل_3 \parallel ل_4$ ، م، م' قاطعان لها

وكان أب = ب جـ = جـ ء فإن أ'ب' = ب'جـ' = جـ'ء' .

مثال ② : في الشكل المقابل :

أوجد قيمة س العددية

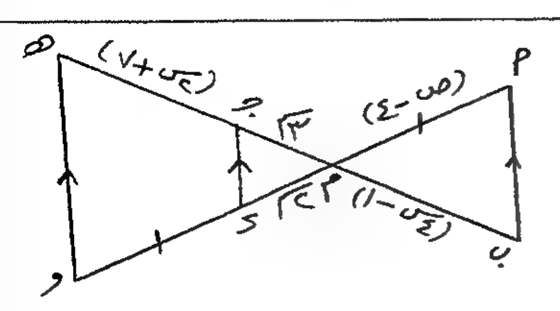
الحل : ∵ $\overleftrightarrow{أب} \parallel \overleftrightarrow{جء} \parallel \overleftrightarrow{هو}$

∵ ب ء = ء و ∴ أ جـ = جـ هـ

∴ ٢ س − ٣ = س + ٢ ⟸ ٢ س − س = ٢ + ٣ ⟸ س = ٥

∵ ب ء = ء و ⟸ ص + ٣ = س + ١ ⟸ ص + ٣ = ٥ + ١ ⟸ ص + ٣ = ٦ ⟸ ص = ٣

مثال ④ :- من الشكل المقابل :-



أوجد قيم س، ص العددية .

الحل :- ∵ $\overline{أب} \parallel \overline{جد} \parallel \overline{هو}$

$$\therefore \frac{أم}{بم} = \frac{جم}{دم} = \frac{دو}{جهـ}$$

$$\Leftarrow \frac{ص-٤}{٤س-١} = \frac{٢}{٣} = \frac{ص-٤}{٢س+٧}$$

$$\Leftarrow \therefore \frac{ص-٤}{٤س-١} = \frac{ص-٤}{٢س+٧} \Leftarrow ٤س-١ = ٢س+٧$$

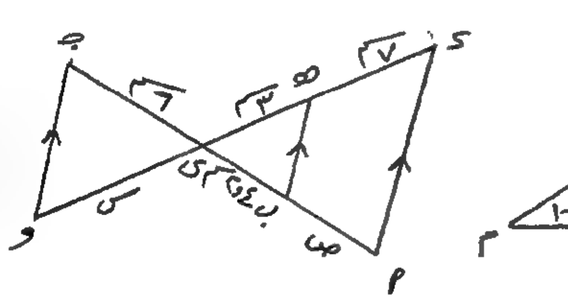
$$\therefore ٤س-٢س = ٧+١ \Leftarrow ٢س = ٨ \Leftarrow \boxed{س = ٤} \#$$

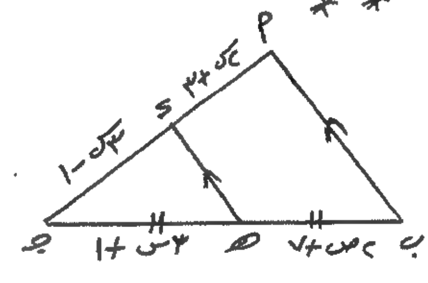
$$\therefore \frac{ص-٤}{٤س-١} = \frac{٢}{٣} \Leftarrow \frac{ص-٤}{١٥} = \frac{٢}{٣} \Leftarrow ٣(ص-٤) = ٣٠ \xLeftarrow{(\div ٣)} ص-٤ = ١٠$$

$$\boxed{ص = ١٤} \#$$

---

* تدريب * من كل من الأشكال الآتية أوجد قيمة كلا من س، ص العددية :-





مثال ⑤ من الشكل المقابل :-

د، هـ، و مساقط أ، ب، جـ على الأفقي بنفس الترتيب

أب = ٢,١م ، ود = ١٢م ، هـد = ٨٠سم

أوجد طول أجـ لأقرب متر .

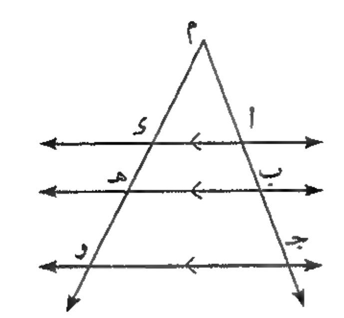
الحل :- ∵ د، هـ، و مساقط أ، ب، جـ

$$\therefore \overline{جو} \parallel \overline{به} \parallel \overline{أد} \quad \therefore \frac{أجـ}{أب} = \frac{ود}{هـد} \Leftarrow \frac{أجـ}{١,٢} = \frac{١٢+٠,٨}{٠,٨}$$

$$\therefore أجـ = \frac{١,٢ \times ١٢,٨}{٠,٨} = ١٩,٢ \text{ م} \quad \#$$

تمارين على "نظرية تاليس"

(١٥) اكتب ما تساويه كل من النسب التالية مستخدمًا الشكل المقابل:



(أ) $\frac{\text{اب}}{\text{بجـ}} = \frac{\text{ءهـ}}{\text{.....}}$ (ب) $\frac{\text{اجـ}}{\text{بجـ}} = \frac{\text{.....}}{\text{هـو}}$

(جـ) $\frac{\text{ما}}{\text{اب}} = \frac{\text{مء}}{\text{.....}}$ (د) $\frac{\text{اجـ}}{\text{اب}} = \frac{\text{.....}}{\text{ءهـ}}$

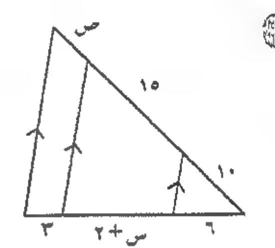


(هـ) $\frac{\text{مب}}{\text{اب}} = \frac{\text{.....}}{\text{ءهـ}}$ (و) $\frac{\text{مجـ}}{\text{اجـ}} = \frac{\text{مو}}{\text{.....}}$

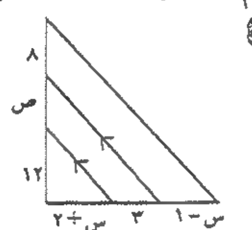
(ز) $\frac{\text{بجـ}}{\text{مب}} = \frac{\text{هـو}}{\text{.....}}$ (ح) $\frac{\text{ءو}}{\text{مو}} = \frac{\text{اجـ}}{\text{.....}}$

(١٦) فى كل من الأشكال التالية، احسب قيم س، ص العددية (الأطوال مقدرة بالسنتيمترات)

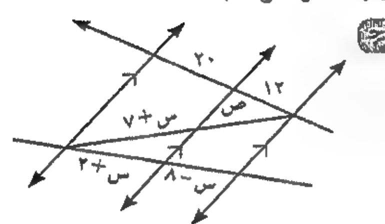
(أ)



(ب)



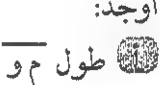
(جـ)



(١٧) فى الشكل المقابل:

$\overline{\text{اب}} \cap \overline{\text{جـء}} = \{\text{م}\}$، هـ $\in \overline{\text{مب}}$ ، و $\in \overline{\text{مء}}$ ، $\overline{\text{اجـ}} // \overline{\text{وهـ}} // \overline{\text{ءب}}$

أوجد:



(أ) طول $\overline{\text{مو}}$

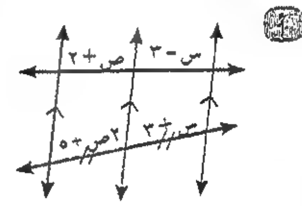
(ب) طول $\overline{\text{ام}}$

(١٨) $\overline{\text{اب}} \cap \overline{\text{جـء}} = \{\text{هـ}\}$، س $\in \overline{\text{اب}}$ ، ص $\in \overline{\text{جـء}}$ ، وكان $\overline{\text{س ص}} // \overline{\text{بء}} // \overline{\text{اجـ}}$

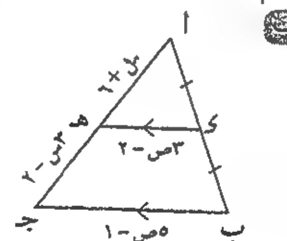
أثبت أن: اس × هـء = جـص × هـب

(١٩) فى كل من الأشكال التالية، احسب قيم س، ص العددية:

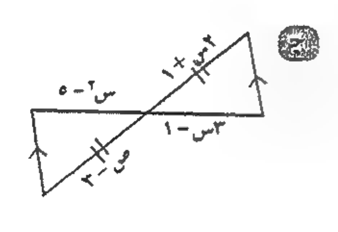
(أ)



(ب)



(جـ)



(٢٠) اب جـ ء شكل رباعى فيه $\overline{\text{اب}} // \overline{\text{جـء}}$ ، تقاطع قطراه فى م، نصف $\overline{\text{بجـ}}$ فى هـ، ورسم $\overleftrightarrow{\text{هـو}} // \overleftrightarrow{\text{با}}$، ويقطع $\overline{\text{بء}}$ فى س ، $\overline{\text{اجـ}}$ فى ص ، $\overline{\text{اء}}$ فى و.

أثبت أن:

(أ) هـص = $\frac{1}{2}$ اب. (ب) $\frac{\text{اص}}{\text{جـم}} = \frac{\text{ب س}}{\text{ءم}}$

"٣" منصفات الزوايا والأجزاء المتناسبة "

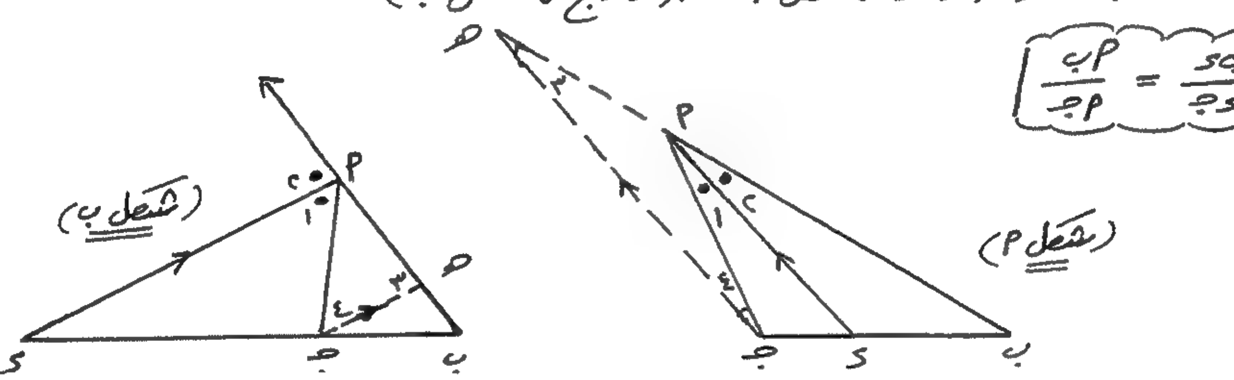
نظرية (٣) :-

إذا نُصفت زاوية رأس مثلث أو الزاوية الخارجة للمثلث عند هذا الرأس تقسم المنصف قاعدة المثلث من الداخل أو الخارج إلى جزئين النسبة بين طوليهما تساوي النسبة بين طولي الضلعين الآخرين.

في الشكل المقابل :- أ ب جـ مثلث

أ د ينصف ∠ ب أ جـ (من الداخل في شكل أ ، من الخارج في شكل ب)

∴ $\frac{ب د}{د جـ} = \frac{أ ب}{أ جـ}$



البرهان :-

∵ أ د ينصف ∠ ب أ جـ ∴ ∠١ ≡ ∠٢

∵ جـ هـ // أ د ∴ ∠١ ≡ ∠٤ (بالتبادل) ، ∠٣ ≡ ∠٢ (بالتناظر)

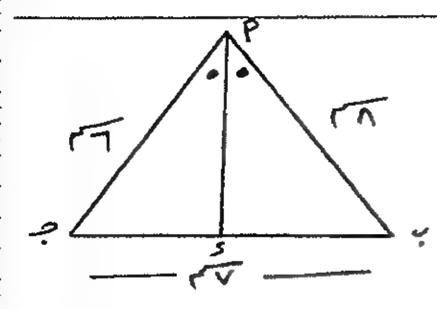
∵ ∠١ ≡ ∠٢ ∴ ∠٣ ≡ ∠٤ ∴ أ هـ ≡ أ جـ (١)

∵ د هـ // أ د ∴ $\frac{ب د}{د جـ} = \frac{أ ب}{أ هـ}$ (٢)

من (١) ، (٢) ينتج أن $\frac{ب د}{د جـ} = \frac{أ ب}{أ جـ}$ #

مثال ① :- أ ب جـ مثلث فيه أ ب = ٤.٨ ، أ جـ = ٦ سم ، ب جـ = ٧ سم ، رسم $\overrightarrow{أ د}$ ينصف ∠ ب أ جـ ويقطع $\overline{ب جـ}$ في د أوجد طول كل من $\overline{ب د}$ ، $\overline{د جـ}$

الحل :-

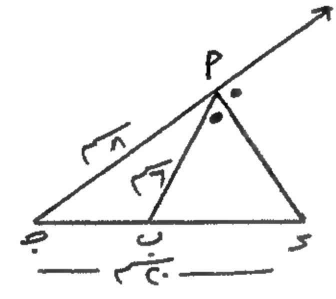


∵ $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠ب أ جـ ∴ $\frac{ب د}{د جـ} = \frac{أ ب}{أ جـ}$

$\frac{ب د}{٧ - ب د} = \frac{٨}{٦}$ ⇐ ٣ ب د = ٢٨ − ٤ ب د

⇐ ٧ ب د = ٢٨ ⇐(÷٧) ب د = ٤ سم ، د جـ = ٣ سم

مثال ② △ أ ب جـ فيه $\overrightarrow{أد}$ ينصف الزاوية الخارجية للمثلث عند أ ويقطع $\overrightarrow{جـ ب}$ في د فإذا كان أ ب = ٦ سم ، أ جـ = ٨ سم ، جـ د = ٢٠ سم . أوجد طول $\overline{ب جـ}$.



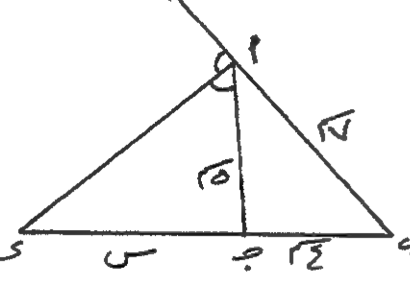
الحل :- ∵ $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠أ الخارجية

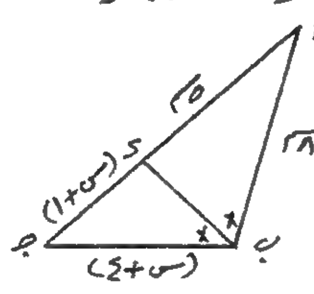
∴ $\frac{جـ د}{ب د} = \frac{جـ أ}{ب أ}$ ⇐ $\frac{٦}{٨} = \frac{ب د}{٢٠}$

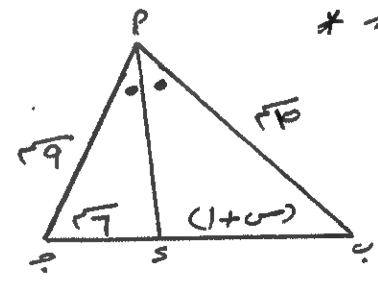
⇐ ب د = $\frac{٦ \times ٢٠}{٨}$ = ١٥ سم ∴ ب جـ = ٢٠ − ١٥ = ٥ سم

---

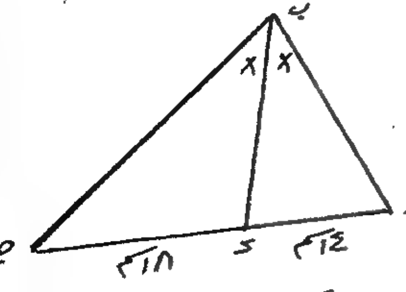
* تدريب * في كل من الأشكال الآتية أوجد قيمة س العددية :-







مثال ③ :- أ ب جـ مثلث رسم $\overrightarrow{ب د}$ ينصف ∠ب ويقطع $\overline{أ جـ}$ في د ، حيث أ د = ١٤ سم ، د جـ = ١٨ سم اذا كان محيط △ أ ب جـ = ٨٠ سم أوجد طول كل من $\overline{ب جـ}$ ، $\overline{أ ب}$



الحل :- ∵ $\overrightarrow{ب د}$ ينصف ∠ب ⇐ $\frac{أ د}{جـ د} = \frac{أ ب}{ب جـ}$

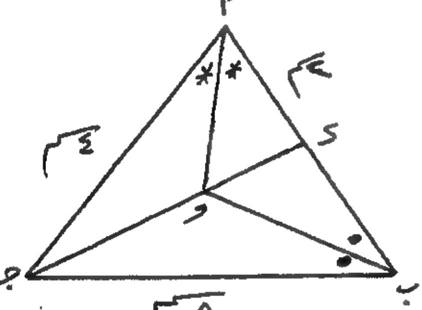
⇐ $\frac{١٤}{١٨} = \frac{أ ب}{ب جـ}$ ⇐ نفرض أن أ ب = ٧ س ، ب جـ = ٩ س

∵ محيط △ أ ب جـ = ٨٠ سم ⇐ أ ب + ب جـ + أ جـ = ٨٠

٧ س + ٩ س + ٣٢ = ٨٠ ⇐ ١٦ س = ٤٨ ⇐ س = $\frac{٤٨}{١٦}$ = ٣

∴ أ ب = ٧ × ٣ = ٢١ سم ، ب جـ = ٩ × ٣ = ٢٧ سم #

مثال ④ :- أ ب جـ مثلث ، س منتصف ب جـ ، نصفت ∠ أ س ب بمنصف قطع أ ب في ء ونصفت ∠ أ س جـ بمنصف قطع أ جـ في هـ . اثبت أن ء هـ // ب جـ



الحل :- في △ أ س ب

∵ س ء ينصف ∠ أ س ب ∴ $\frac{أء}{ءب} = \frac{أس}{سب}$ ← (1)

• في △ أ س جـ ∵ س هـ ينصف ∠ أ س جـ

∴ $\frac{أهـ}{هـجـ} = \frac{أس}{سجـ}$ ← (2)

من (1) ، (2) مع العلم أن س ب = س جـ

∴ $\frac{أء}{ءب} = \frac{أهـ}{هـجـ}$ ∴ ء هـ // ب جـ #

مثال ⑤ :- في الشكل المقابل :-

أوجد طول ب ء

الحل :- ∵ أ و ينصف ∠ ب أ جـ ، ب و ينصف ∠ أ ب جـ

∴ و هي نقطة تقاطع منصفات زوايا △ أ ب جـ

∴ جـ و ينصف ∠ أ جـ ب ∴ $\frac{أء}{ءب} = \frac{أجـ}{جـب}$

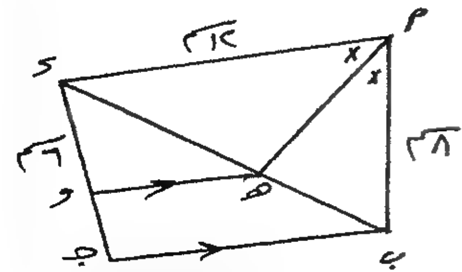
⇐ $\frac{٢}{ءب} = \frac{٤}{٨}$ ⇐ ء ب = $\frac{٢ \times ٨}{٤}$ = ٤ سم .

ملحوظة :- منصفات زوايا المثلث تتقاطع جميعاً في نقطة واحدة

* تدريب * (1) أ ب جـ مثلث قائم الزاوية في ب . رسم أ ء ينصف ∠ أ ويقطع ب جـ في ء إذا كان طول ب ء = ٦ سم ، ب أ : أ جـ = ٣ : ٥ فأوجد محيط △ أ ب جـ

(2) في الشكل المقابل :-

أوجد طول ء جـ .



"ملاحظات هامة"

① فى الشكل المقابل :- إذا كان $\overleftrightarrow{أ ء}$ ، $\overleftrightarrow{أ هـ}$ ينصفان الزاوية أ والزاوية الخارجة للمثلث عند أ على الترتيب فإن :-

$\frac{ب ء}{ء جـ} = \frac{أ ب}{أ جـ}$ ، $\frac{ب هـ}{هـ جـ} = \frac{أ ب}{أ جـ}$ $\therefore$ $\frac{ب ء}{ء جـ} = \frac{ب هـ}{هـ جـ}$

∴ القاعدة $\overline{ب جـ}$ تنقسم من الداخل فى ء ومن الخارج فى هـ بنفس النسبة (أ ب : أ جـ)

ويلاحظ أن :- المنصفين الداخلى والخارجى $\overleftrightarrow{أ ء}$ ، $\overleftrightarrow{أ هـ}$ متعامدان أي ق(∠ ء أ هـ) = ٩٠°

② فى الشكل المقابل :- إذا كان $\overleftrightarrow{أ هـ}$ ينصف الزاوية الخارجة للمثلث أ ب جـ عند أ حيث هـ ∌ $\overleftrightarrow{ب جـ}$ وكان أ ب = أ جـ

فإن $\overleftrightarrow{أ هـ}$ // $\overline{ب جـ}$

أي أن المنصف الخارجى لزاوية رأس مثلث متساوى الساقين يكون موازياً للقاعدة

مثال ⑥ :- أ ب جـ مثلث فيه أ ب = ٦ سم ، أ جـ = ٤ سم ، ب جـ = ٥ سم ، رسم $\overrightarrow{أ ء}$ ينصف ∠أ ويقطع $\overline{ب جـ}$ فى ء ورسم $\overleftrightarrow{أ هـ}$ ينصف ∠أ الخارجة ويقطع $\overrightarrow{ب جـ}$ فى هـ أحسب ء هـ

الحل :-

∵ $\overrightarrow{أ ء}$ ينصف ∠ ب أ جـ

∴ $\frac{ب ء}{ء جـ} = \frac{أ ب}{أ جـ}$ ⟸ $\frac{ب ء}{٥ - ب ء} = \frac{٦}{٤} = \frac{٣}{٢}$

⟸ ٢ ب ء = ١٥ − ٣ ب ء ⟸ ٥ ب ء = ١٥ ⟸ ب ء = ٣ سم

∴ ء جـ = ٥ − ٣ = ٢ سم .

∵ $\overleftrightarrow{أ هـ}$ ينصف ∠أ الخارجة .

∴ $\frac{ب هـ}{هـ جـ} = \frac{أ ب}{أ جـ}$ ⟸ $\frac{٥ + هـ جـ}{هـ جـ} = \frac{٦}{٤} = \frac{٣}{٢}$ ⟸ ٣ هـ جـ = ١٠ + ٢ هـ جـ

∴ هـ جـ = ١٠ سم

∴ ء هـ = هـ جـ + جـ ء = ١٠ + ٢ = ١٢ سم

مثال (7) :- أ ب جـ مثلث فيه أ ب = 3 سم ، ب جـ = 7 سم ، جـ أ = 6 سم . رسم $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠أ ويقطع $\overline{ب جـ}$ في د ورسم $\overrightarrow{أهـ}$ ينصف ∠أ الخارجة ويقطع $\overrightarrow{جـ ب}$ في هـ .



(1) اثبت أن $\overline{أب}$ متوسط في △ أ جـ هـ

(2) أوجد النسبة بين مساحة △ أ د هـ ومساحة △ أ جـ هـ

الحل :- ∵ $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠أ

$\Leftarrow \frac{جـ د}{د ب} = \frac{جـ أ}{أ ب} \Leftarrow \frac{جـ د}{7 - جـ د} = \frac{6}{3}$

$\Leftarrow جـ د = 14 - 2 جـ د \Leftarrow 3 جـ د = 14 \Leftarrow جـ د = \frac{14}{3}$ سم

∴ $ب د = 7 - \frac{14}{3} = \frac{7}{3}$ سم

∵ $\overrightarrow{أهـ}$ ينصف ∠أ الخارجة $\Leftarrow \frac{جـ هـ}{هـ ب} = \frac{جـ أ}{أ ب} \Leftarrow \frac{7 + هـ ب}{هـ ب} = \frac{6}{3}$

$\Leftarrow 2 هـ ب = 7 + هـ ب \Leftarrow هـ ب = 7$ سم ، $هـ د = 7 + \frac{7}{3} = \frac{28}{3}$ سم

∵ ب جـ = هـ ب = 7 سم ∴ ب منتصف $\overline{هـ جـ}$ ∴ $\overline{أب}$ متوسط في △ أ جـ هـ #

∴ $\frac{م(△ أ د هـ)}{م(△ أ جـ هـ)} = \frac{هـ د}{جـ هـ} = \frac{\frac{28}{3}}{14} = \frac{2}{3}$ (لأن لهما نفس الارتفاع)

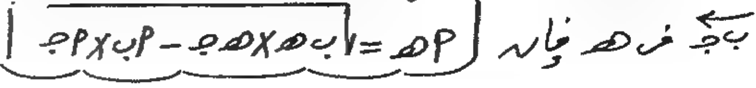
إيجاد طول المنصف الداخلي والمنصف الخارجي لزاوية رأس مثلث :-

تمرين مشهور :-

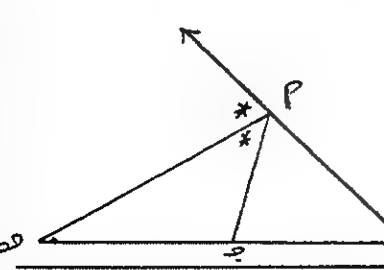
إذا كان $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠أ في △ أ ب جـ من الداخل ويقطع $\overline{ب جـ}$ في د

فإن $أد = \sqrt{أب \times أجـ - ب د \times د جـ}$

ملاحظة :- إذا كان $\overrightarrow{أهـ}$ ينصف ∠ب أ جـ من الخارج ويقطع $\overrightarrow{ب جـ}$ في هـ فإن



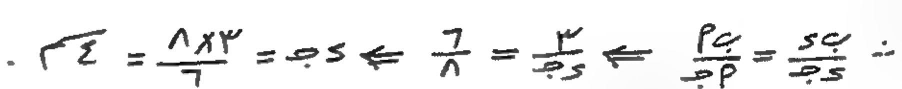
$أهـ = \sqrt{ب هـ \times هـ جـ - أب \times أجـ}$



مثال ⑧ :- في الشكل المقابل :-

أوجد طول $\overline{أد}$

الحل :- ∵ $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠أ



∴ $\frac{بد}{دج} = \frac{بأ}{أج} \Leftarrow \frac{3}{دج} = \frac{6}{8} \Leftarrow دج = \frac{3 \times 8}{6} = 4$ سم .

∴ $أد = \sqrt{أب \times أج - بد \times دج} = \sqrt{6 \times 8 - 3 \times 4} = \sqrt{48 - 12} = \sqrt{36} = 6$ سم

مثال ⑨ :- في الشكل المقابل :-

أوجد طول $\overline{أهـ}$.

الحل :- ∵ $\overrightarrow{أهـ}$ ينصف ∠أ الخارجة

∴ $\frac{بهـ}{جهـ} = \frac{أب}{أج} \Leftarrow \frac{18}{هـج} = \frac{6}{4} \Leftarrow هـج = \frac{18 \times 4}{6} = 12$ سم.

∴ $أهـ = \sqrt{بهـ \times هـج - بأ \times أج} = \sqrt{18 \times 12 - 6 \times 4} = \sqrt{192} = 8\sqrt{3}$ سم .

مثال ⑩ :- في الشكل المقابل :-

اثبت أن $\overline{هـو} \parallel \overline{بج}$

الحل :- ∵ $\overrightarrow{بهـ}$ ينصف ∠أبد

∴ $\frac{أهـ}{هـب} = \frac{أب}{بد}$ ← (1)

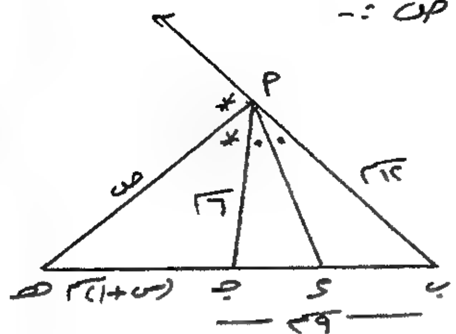
∵ $\overrightarrow{دو}$ ينصف ∠أدج ∴ $\frac{أو}{وج} = \frac{أد}{دج}$ ← (2)

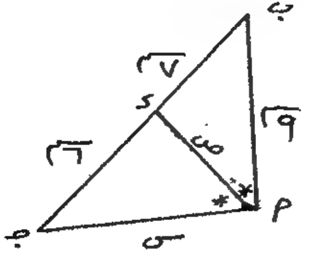
∵ أب = أد ، بد = دج ∴ من ① ⟸ $\frac{أهـ}{هـب} = \frac{أد}{دج}$ ← ③

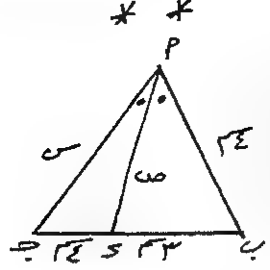
من ٢ ، ٣ ⟸ $\frac{أهـ}{هـب} = \frac{أو}{وج}$ ∴ $\overline{هـو} \parallel \overline{بج}$ #

---

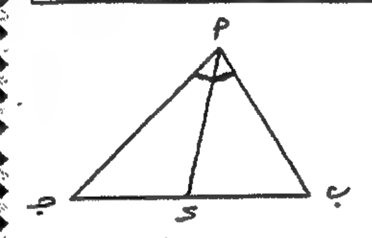
* تدريب * من كل من الاشكال الآتية أوجد قيمة س ، ص :-





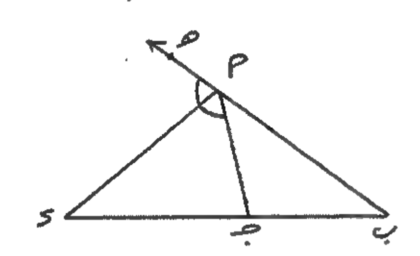


عكس نظرية (٣) :- من الشكل المقابل :-



• إذا كانت د ∈ $\overline{بجـ}$ (شكل ١) بحيث $\frac{بد}{دجـ} = \frac{أب}{أجـ}$

∴ $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠ب أ جـ

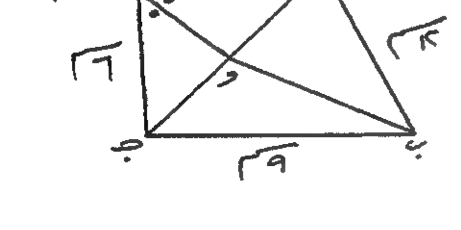


• إذا كانت د ∈ $\overrightarrow{بجـ}$ ، د ∉ $\overline{بجـ}$ (شكل ٢)

بحيث $\frac{بد}{دجـ} = \frac{أب}{أجـ}$ ∴ $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠أ الخارجة

مثال (١١) :- من الشكل المقابل :- $\overrightarrow{دو}$ ينصف ∠أ د جـ

اثبت أن $\overrightarrow{بو}$ ينصف ∠أ ب جـ



الحل :- في Δ أ د جـ

∵ $\overrightarrow{دو}$ ينصف ∠د ∴ $\frac{أو}{وجـ} = \frac{أد}{دجـ}$

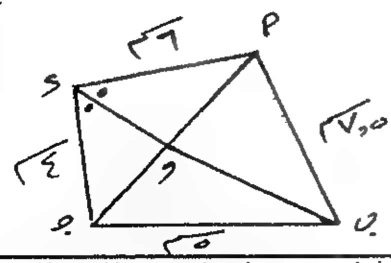
∴ $\frac{أو}{وجـ} = \frac{٨}{٦} \Leftarrow \frac{أو}{وجـ} = \frac{٤}{٣}$ ⟵ (١)

في Δ أ ب جـ ∵ $\frac{أب}{بجـ} = \frac{١٢}{٩} \Leftarrow \frac{أب}{بجـ} = \frac{٤}{٣}$ ⟵ (٢)

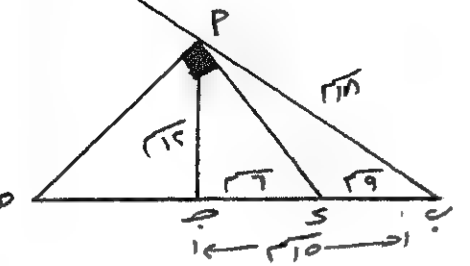
من (١) ، (٢) ينتج أن $\frac{أو}{وجـ} = \frac{أب}{بجـ}$ ∴ $\overrightarrow{بو}$ ينصف ∠أ ب جـ #.

* تدريب * من الشكل المقابل :- $\overrightarrow{دو}$ ينصف ∠د

اثبت أن $\overrightarrow{بو}$ ينصف ∠ب



مثال (١٢): أ ب جـ مثلث فيه أب = ١٨ سم ، ب جـ = ١٥ سم ، أ جـ = ١٢ سم ، د ∈ $\overline{ب جـ}$ حيث ب د = ٩ سم رسم $\overleftrightarrow{أهـ}$ ⊥ $\overrightarrow{أد}$ فقطع $\overrightarrow{ب جـ}$ في هـ . اثبت أن $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠ ب أ جـ ثم أوجد طول جـ هـ



الحل: في Δ أ ب جـ

∵ $\frac{ب د}{د جـ} = \frac{٩}{٦} = \frac{٣}{٢}$ ، $\frac{أ ب}{أ جـ} = \frac{١٨}{١٢} = \frac{٣}{٢}$

∴ $\frac{ب د}{د جـ} = \frac{أ ب}{أ جـ}$ ∴ $\overrightarrow{أد}$ ينصف ∠ ب أ جـ #

∵ $\overleftrightarrow{أهـ}$ ⊥ $\overrightarrow{أد}$ وتقطع $\overrightarrow{ب جـ}$ في هـ ∴ $\overleftrightarrow{أهـ}$ ينصف ∠ أ الخارجة عند Δ أ ب جـ

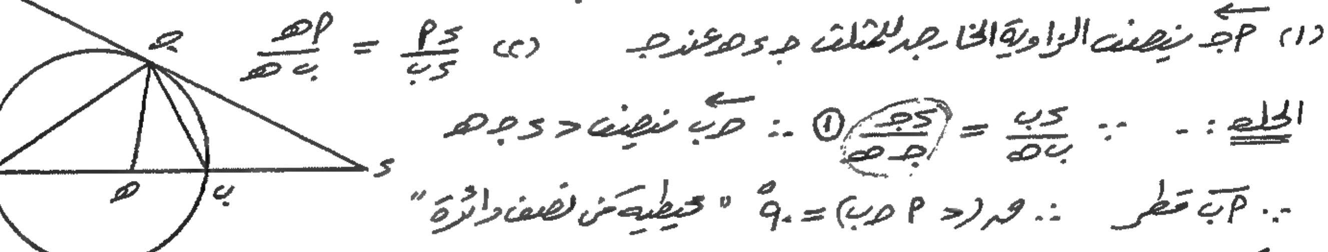
حيث أن المنصفان الداخلي والخارجي يكونان متعامدان.

∴ $\frac{ب هـ}{هـ جـ} = \frac{أ ب}{أ جـ}$ ⇐ $\frac{١٥ + هـ جـ}{هـ جـ} = \frac{١٨}{١٢} = \frac{٣}{٢}$ ⇐ ٣ هـ جـ = ٣٠ + ٢ هـ جـ

∴ هـ جـ = ٣٠ سم #

مثال (١٣): $\overline{أب}$ قطر في دائرة ، $\overline{أ جـ}$ وتر فيها . رسم $\overrightarrow{جـ د}$ مماس للدائرة عند جـ فقطع $\overrightarrow{أ ب}$ في د . إذا كانت هـ ∈ $\overline{أ ب}$ بحيث $\frac{د ب}{ب هـ} = \frac{د جـ}{جـ هـ}$. اثبت أن :

(١) $\overrightarrow{أ جـ}$ ينصف الزاوية الخارجة للمثلث جـ د هـ عند جـ (٢) $\frac{د أ}{د ب} = \frac{أ هـ}{ب هـ}$



الحل: ∵ $\frac{د ب}{ب هـ} = \frac{د جـ}{جـ هـ}$ (١) ∴ $\overrightarrow{جـ ب}$ ينصف ∠ د جـ هـ

∵ $\overline{أ ب}$ قطر ∴ ق(∠ أ جـ ب) = ٩٠° "محيطية في نصف دائرة"

ويكون $\overrightarrow{جـ أ}$ ⊥ $\overrightarrow{جـ ب}$ ∴ $\overrightarrow{جـ ب}$ ينصف ∠ جـ الخارجة من Δ أ ب جـ

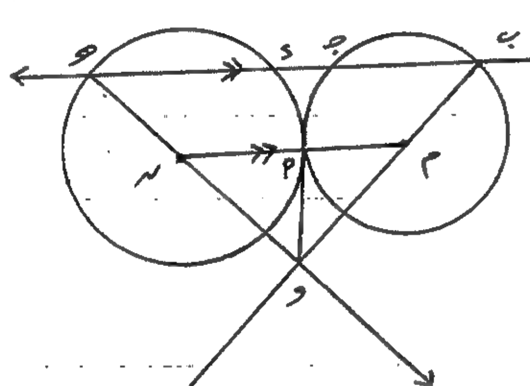
∴ $\overrightarrow{أ جـ}$ ينصف الزاوية الخارجة للمثلث جـ د هـ عند جـ # "المنصفان متعامدان"

ويكون $\frac{د أ}{أ هـ} = \frac{د جـ}{جـ هـ}$ (٢)

من (١) ، (٢) ينتج أن $\frac{د أ}{أ هـ} = \frac{د ب}{ب هـ}$ ⇐ $\frac{د أ}{د ب} = \frac{أ هـ}{ب هـ}$ # "خواص التناسب"

*** تدريب *** أ ب جـ د شكل رباعي فيه أ ب = ١٨ سم ، ب جـ = ١٢ سم ، هـ ∈ أ د بحيث أ هـ = ٣ هـ د . رسم هـ و // د جـ فقطع أ جـ في و . أثبت أن ب و ينصف ∠ أ ب جـ

مثال (١٤) :- دائرتان م ، ن متماستان من الخارج في أ . رسم مستقيم يوازي م ن فقطع الدائرة م في ب ، جـ والدائرة ن في د ، هـ على الترتيب . فإذا تقاطع ب م ، هـ ن في النقطة و . أثبت أن أ و ينصف ∠ م و ن .



الحل :- ∵ ب هـ // م ن

∴ ب م / م و = هـ ن / ن و ← (١)

∵ ب م = م أ ، هـ ن = ن أ "أنصاف أقطار"

من (١) ⟸ م أ / م و = ن أ / ن و ⟸ م أ / ن أ = م و / و ن

∴ و أ ينصف ∠ م و ن #

مثال (١٥) :- في الشكل المقابل :-

اثبت أن أ و ينصف ∠ جـ أ د

الحل :- ∵ أ هـ ينصف ∠ ب أ جـ

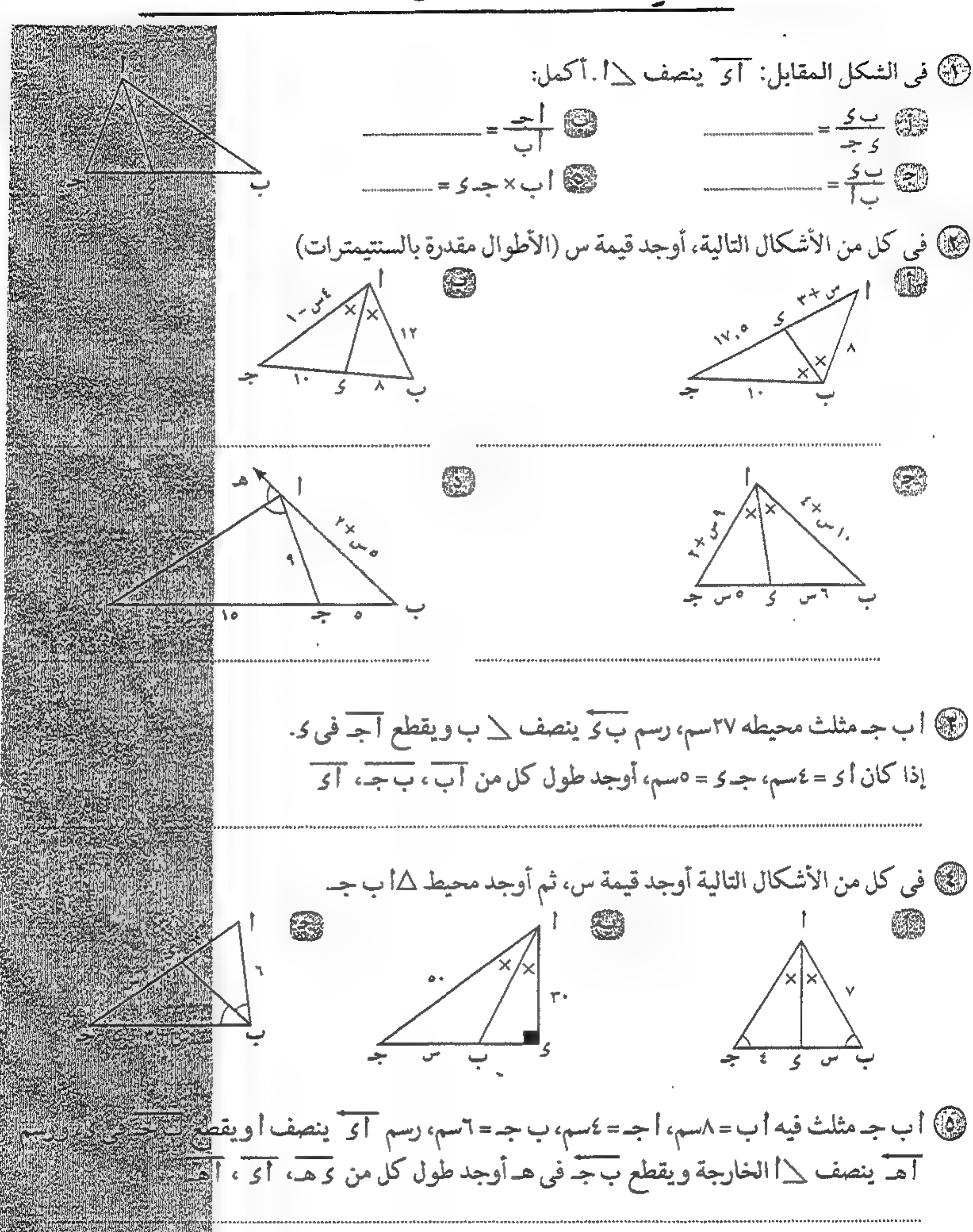
∴ ب هـ / هـ جـ = أ ب / أ جـ ← (١)

∵ هـ و // ب د ∴ ب هـ / هـ جـ = د و / و جـ ← (٢)

من (١) ، (٢) ⟸ أ ب / أ جـ = د و / و جـ ∵ أ ب = أ د

∴ أ د / أ جـ = د و / و جـ ∴ أ و ينصف ∠ جـ أ د #

"تمارين على منصفات الزوايا والاجزاء المتناسبة"



① في الشكل المقابل: أى ينصف ∠أ . أكمل:

(أ) ب ى / ى جـ = ...

(ب) أ جـ / أ ب = ...

(ج) ب ى / ب أ = ...

(د) أ ب × جـ ى = ...

② في كل من الأشكال التالية، أوجد قيمة س (الأطوال مقدرة بالسنتيمترات)

③ أ ب جـ مثلث محيطه ٢٧سم، رسم ب ى ينصف ∠ ب ويقطع أ جـ في ى.
إذا كان أ ى = ٤سم، جـ ى = ٥سم، أوجد طول كل من أ ب ، ب جـ ، أ ى

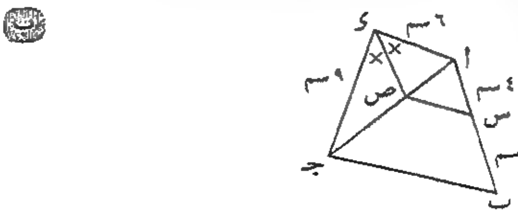
④ في كل من الأشكال التالية أوجد قيمة س، ثم أوجد محيط △أ ب جـ.

⑤ أ ب جـ مثلث فيه أ ب = ٨سم، أ جـ = ٤سم، ب جـ = ٦سم، رسم أ ى ينصف ∠أ ويقطع ب جـ في ى ورسم أ هـ ينصف ∠أ الخارجة ويقطع ب جـ في هـ أوجد طول كل من ى هـ، أ ى ، أ هـ

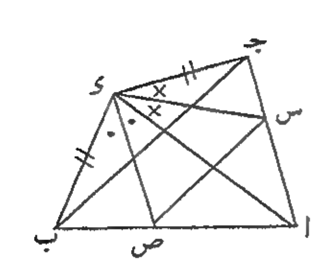
⑥ فى كل من الأشكال التالية: أثبت أن $\overline{س ص} // \overline{ب جـ}$

(أ)





(ب)

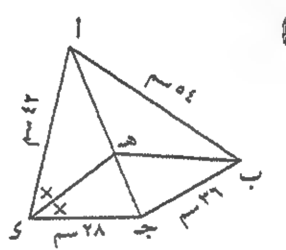


....

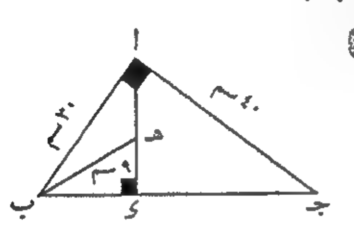
....

⑦ فى كل من الأشكال التالية، أثبت أن $\overleftrightarrow{ب هـ}$ ينصف ∠ا ب جـ

(أ)



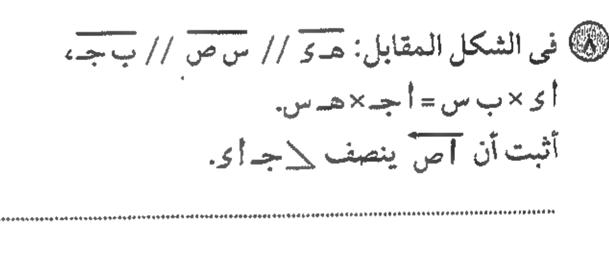
(ب)

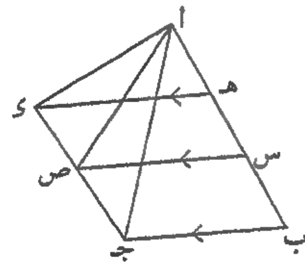


....

....

⑧ فى الشكل المقابل: $\overline{هـ ى} // \overline{س ص} // \overline{ب جـ}$،
ا ى × ب س = ا جـ × هـ س.
أثبت أن $\overleftrightarrow{ا ص}$ ينصف ∠جـ ا ى.

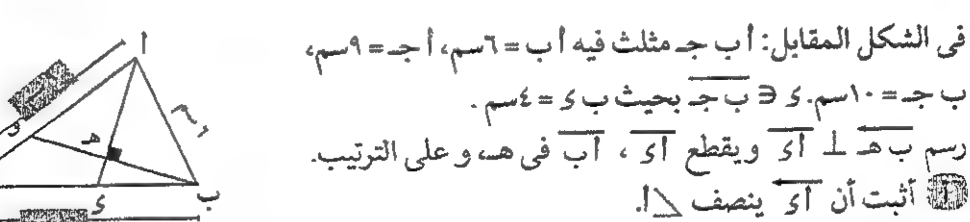




....

⑨ ا ب جـ مثلث ى ∈ $\overleftrightarrow{ب جـ}$ ، ى ∉ $\overline{ب جـ}$ حيث جـ ى = ا ب. رسم $\overleftrightarrow{جـ هـ} // \overline{ى ا}$ ويقطع $\overline{ا ب}$ فى هـ، ورسم $\overleftrightarrow{هـ و} // \overline{ب جـ}$ ويقطع $\overline{ا جـ}$ فى و وأثبت أن $\overleftrightarrow{ب و}$ ينصف ∠ا ب جـ.

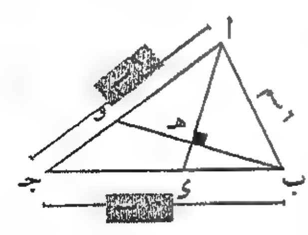
....



⑩ فى الشكل المقابل: ا ب جـ مثلث فيه ا ب = ٦سم، ا جـ = ٩سم، ب جـ = ١٠سم. ى ∈ $\overline{ب جـ}$ بحيث ب ى = ٤سم.
رسم $\overleftrightarrow{ب هـ} \perp \overline{ا ى}$ ويقطع $\overline{ا ى}$ ، $\overline{ا ب}$ فى هـ، و على الترتيب.



(أ) أثبت أن $\overleftrightarrow{ا ى}$ ينصف ∠ا.
(ب) أوجد م (△ا ب و) : م (△جـ ب و)



(٤) "تطبيقات التناسب في الدائرة"

أولاً :- قوة نقطة بالنسبة لدائرة :-

تعريف :- قوة النقطة أ بالنسبة للدائرة م التي طول نصف قطرها نق هو العدد الحقيقي ق$_م$(أ) حيث ق$_م$(أ) = (أم)^2 - نق^2

ملاحظة هامة :-

يمكن التنبؤ بموقع نقطة أ بالنسبة لدائرة م

فإذا كان :-

- ق$_م$(أ) > ٠ فإن أ تقع خارج الدائرة.
- ق$_م$(أ) = ٠ فإن أ تقع على الدائرة.
- ق$_م$(أ) < ٠ فإن أ تقع داخل الدائرة.

مثال (١) :- حدد موقع كل من النقط أ ، ب ، ج بالنسبة للدائرة م التي طول نصف قطرها ٤ سم ثم احسب بعد كل نقطة عن مركز الدائرة في الحالات التالية :-

(١) ق$_م$(أ) = ٩ ، (٢) ق$_م$(ب) = صفر ، (٣) ق$_م$(ج) = -٧

الحل :-

(١) ∵ ق$_م$(أ) = ٩ > ٠ ∴ أ تقع خارج الدائرة.

∵ ق$_م$(أ) = (أم)^2 - نق^2 ⟸ ٩ = (أم)^2 - ١٦ ⟸ (أم)^2 = ٢٥ ∴ أم = ٥ سم

(٢) ∵ ق$_م$(ب) = ٠ ∴ ب تقع على الدائرة. ∴ بم = ٤ سم

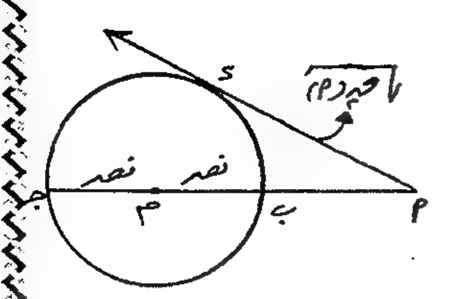
(٣) ∵ ق$_م$(ج) = -٧ < ٠ ∴ ج تقع داخل الدائرة.

∵ ق$_م$(ج) = (جم)^2 - نق^2 ⟸ -٧ = (جم)^2 - ١٦ ⟸ (أم)^2 = ٩ ∴ أم = ٣ سم

تدريب :- حدد موقع كل من النقط أ ، ب ، ج بالنسبة للدائرة ن التي طول نصف قطرها ٣ سم ثم احسب بعد كل نقطة عن مركز الدائرة في الحالات التالية :-

(١) ق$_ن$(أ) = ١٥ ، (٢) ق$_ن$(ب) = صفر ، (٣) ق$_ن$(ج) = -٤

"ملحوظة هامة" :-



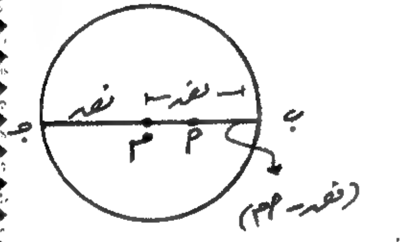
① إذا وقعت النقطة أ خارج الدائرة م فإن :-

ق م(أ) = (أم)² - نق² ⟸ ق م(أ) = (أم - نق)(أم + نق)

= أب × أجـ = (أء)²

∴ طول المماس المرسوم من النقطة أ للدائرة م = √ق م(أ)

② اذا وقعت النقطة أ داخل الدائرة م فإن :-



ق م(أ) = (أم)² - نق² ⟸ ق م(أ) = (أم - نق)(أم + نق)

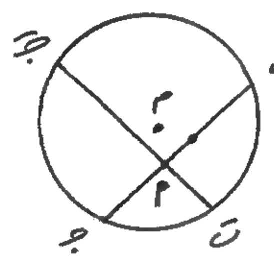
⟸ ق م(أ) = -(نق - أم)(أم + نق) = -أب × أجـ



⊛ "وبصفة عامة"

(١) أ خارج الدائرة م

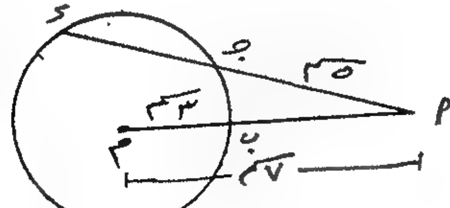
(٢) أ داخل الدائرة م



ق م(أ) = أب × أجـ = أن × أجـ = (أء)²

ق م(أ) = - أب × أجـ = - أب × أن

مثال ② دائرة مركزها م وطول نصف قطرها ٣ سم ، أ تبعد عن مركزها ٧ سم . رسم من أ مستقيم يقطع الدائرة في جـ ، ء بحيث جـ ∈ أء فإذا كان جـأ = ٥ سم أحسب طول الوتر جـء



الحل :- ∵ ق م(أ) = (أم)² - نق²

∴ ق م(أ) = ٤٩ - ٩ = ٤٠

∵ ق م(أ) = أجـ × أء ⟸ ٤٠ = ٥ × أء ⟸ أء = ٤٠/٥ = ٨ سم

∴ جـء = ٨ - ٥ = ٣ سم #

مثال (٣): الدائرة م طول نصف قطرها ٦ سم ، النقطة أ تبعد عن مركزها ١٠ سم . رسم مستقيم يمر بالنقطة أ ويقطع الدائرة في النقطتين جـ ، د حيث أجـ = د جـ

أوجد طول جـد وبعده عن مركز الدائرة .

الحل : ∵ نق = ٦ سم ، أم = ١٠ سم

∴ أ تقع خارج الدائرة .

∵ ق_م(أ) = (أم)² − نق² = أجـ × أد ⟸ ق_م(أ) = ١٠٠ − ٣٦ = ٢ د جـ × د جـ

∴ ٦٤ = ٢ (د جـ)² ⟸ (د جـ)² = ٦٤/٢ = ٣٢ ⟸ د جـ = √٣٢ = ٤√٢ سم #

نفرض أن بعد الوتر جـد عن مركز الدائرة = م هـ حيث م هـ ⊥ جـد

فيكون هـ منتصف جـد ⟸ جـهـ = هـد = ٤√٢ / ٢ = ٢√٢ سم

∴ أهـ = ٤√٢ + ٢√٢ = ٦√٢ سم

في △ أ هـ م القائم في هـ ⟸ (م هـ)² = (أم)² − (أهـ)²

⟸ (م هـ)² = ١٠٠ − ٧٢ = ٢٨ ∴ م هـ = √٢٨ = ٢√٧ سم #

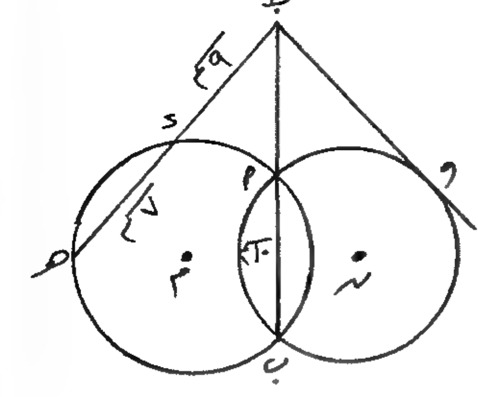
تدريب: الدائرة ن طول نصف قطرها ٨ سم . النقطة ب تبعد عن مركزها ١٢ سم رسم مستقيم يمر بالنقطة ب ويقطع الدائرة في نقطتين جـ ، د حيث جـب = جـد

احسب طول الوتر جـد وبعده عن النقطة ن .

مثال (٤): دائرتان م ، ن متقاطعتان في أ ، ب . جـ ∈ أب← ، جـ ∉ أب . رسم جـد← يقطع الدائرة م في د ، هـ حيث جـد = ٩ سم ، د هـ = ٧ سم ، ورسم جـو← يمس الدائرة ن عند و .

(١) اثبت أن ق_م(جـ) = ق_ن(جـ) (٢) إذا كان أب = ١٠ سم احسب طول كل من أجـ ، جـو

الحل :-



∵ ق$_م$(جـ) = جـ د × جـ هـ = جـ أ × جـ ب ← (1)

∵ ق$_ن$(جـ) = $(جـ و)^2$ = جـ أ × جـ ب ← (2)

من (1) ، (2) ⟸ ق$_م$(جـ) = ق$_ن$(جـ) #

∴ ق$_م$(جـ) = ق$_ن$(جـ) = 9 × 16 = 144

∵ أ ب = 10 سم ⟸ ق$_ن$(جـ) = $(جـ و)^2$ ⟸ 144 = $(جـ و)^2$ ⟸ جـ و = $\sqrt{144}$ = 12 سم

، ق$_م$(جـ) = جـ أ × جـ ب ⟸ 144 = جـ أ (10 + جـ أ)

⟸ 144 = 10 جـ أ + $(جـ أ)^2$ ⟸ $(جـ أ)^2$ + 10 (جـ أ) − 144 = 0 "بالتحليل"

(جـ أ − 8)(جـ أ + 18) = 0 ومنها جـ أ = 8 سم

ملاحظة هامة :-

تسمى مجموعة النقاط التي لها نفس القوة بالنسبة لدائرتين مختلفتين بالمحور الأساسي للدائرتين . فإذا كان ق$_م$(أ) = ق$_ن$(أ) فإن أ تقع على المحور الأساسي للدائرتين

من المثال السابق نلاحظ أن :- ق$_م$(جـ) = ق$_ن$(جـ) ، ق$_م$(أ) = ق$_ن$(أ) = صفر

، ق$_م$(ب) = ق$_ن$(ب) = صفر "لأن كل من أ ، ب تقعان على محيط الدائرتين"

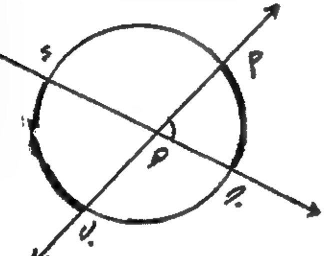
∴ $\overleftrightarrow{أب}$ محور أساسي للدائرتين م ، ن .

تدريب : الدائرتان م ، ن متماستان من الخارج في أ ، $\overleftrightarrow{أب}$ مماس مشترك للدائرتين م ، ن ، $\overrightarrow{بجـ}$ يقطع الدائرة م في جـ ، د ، $\overrightarrow{بهـ}$ يقطع الدائرة ن في هـ ، و على الترتيب

ثانيا : القاطع والماس وقياسات الزوايا :-

تذكر أن :-

① إذا تقاطع قاطعان داخل دائرة فإن قياس زاوية تقاطعهما يساوي نصف مجموع قياس القوس المقابل لهذه الزاوية والقوس المقابل للزاوية التي تقابلها بالرأس

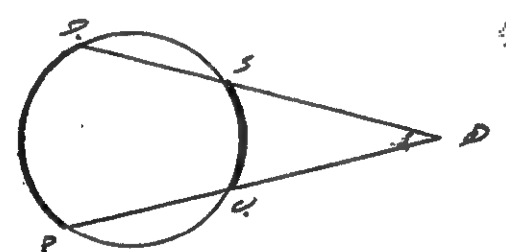


في الشكل المقابل :-

$\overleftrightarrow{أب} \cap \overleftrightarrow{جـ د} = \{هـ\}$

فإن ق(∠د هـ جـ) $= \frac{1}{2}$ [ق(⌒أ جـ) + ق(⌒د ب)]

② إذا تقاطع قاطعان خارج دائرة فإن قياس زاوية تقاطعهما يساوي نصف الفرق الموجب بين قياسي القوسين المقابلين لها



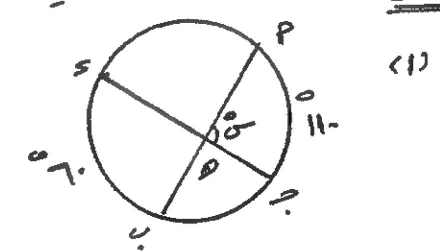
في الشكل المقابل :-

$\overleftrightarrow{أب} \cap \overleftrightarrow{جـ د} = \{هـ\}$

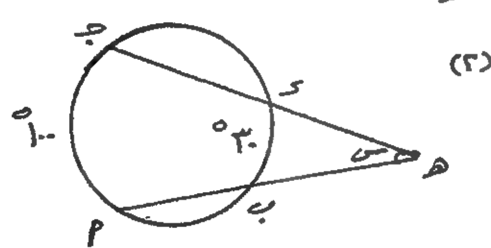
فإن ق(∠أ هـ جـ) $= \frac{1}{2}$ [ق(⌒أ جـ) - ق(⌒د ب)]

مثال ⑤ :- في الأشكال الآتية . أوجد قيمة س :-

(١)



(٢)

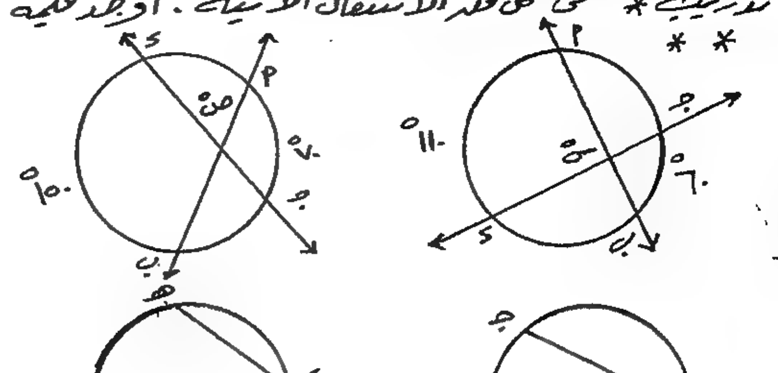
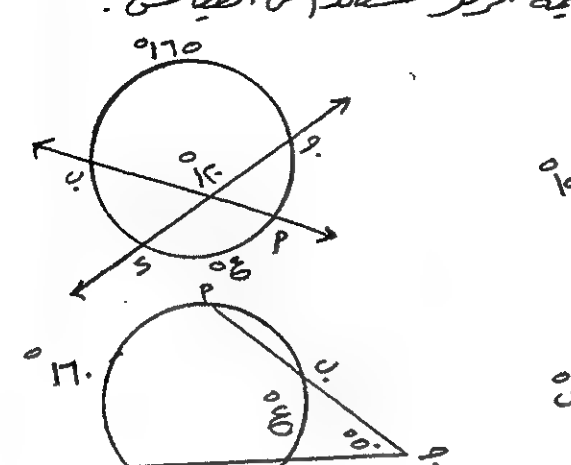
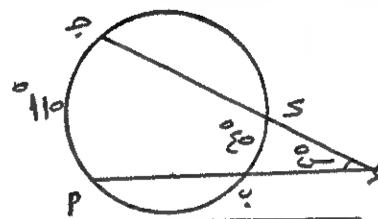
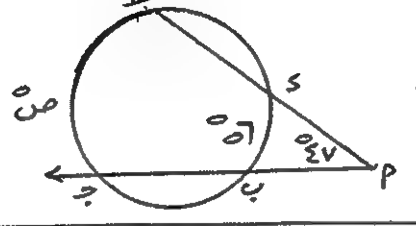


الحل :- (١) س $= \frac{1}{2}$ [ق(⌒أ جـ) + ق(⌒د ب)] $= \frac{1}{2}$ [°١١٠ + °٦٠] $= \frac{1}{2} \times$ ١٧٠ = °٨٥

(٢) س $= \frac{1}{2}$ [ق(⌒أ جـ) - ق(⌒د ب)] $= \frac{1}{2}$ [°١٠٠ - °٣٠] $= \frac{1}{2} \times$ °٧٠ = °٣٥

---

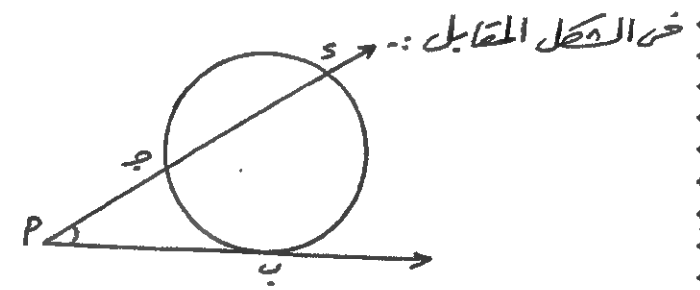
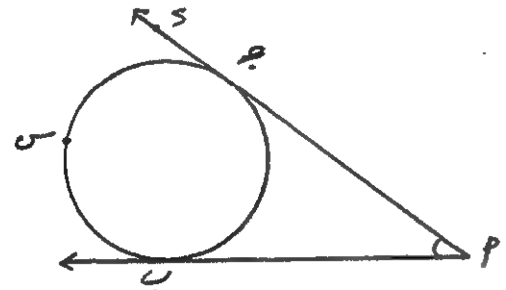
* تدريبات * في كل من الأشكال الآتية . أوجد قيمة الرمز المستخدم في القياس .

تمرين مشهور :-

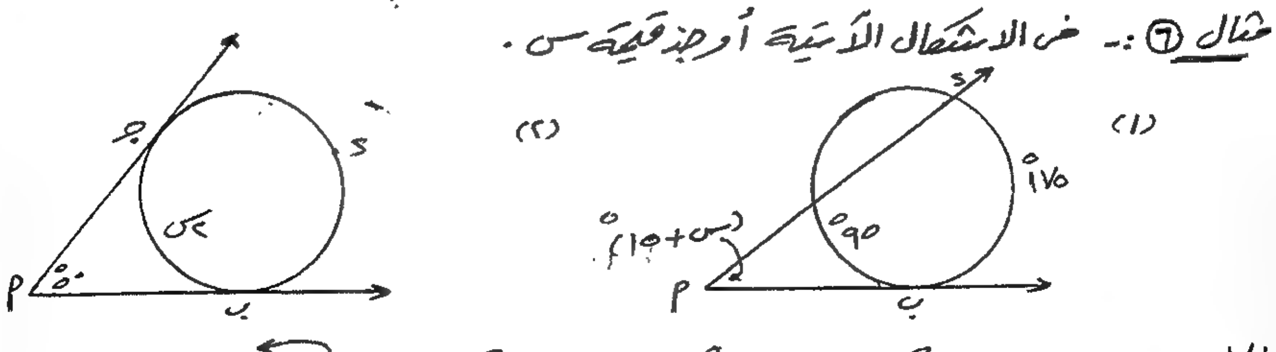
القاطع والمماس (أو المماسان) لدائرة المتقاطعان خارج الدائرة يكون قياس زاوية تقاطعهما مساوياً نصف الفرق الموجب بين قياس القوسين المقابلين لها.

في الشكل المقابل :-

$ق(\hat{أ}) = \frac{1}{2}$ [ق(ب د) − ق(ب جـ)] $ق(\hat{أ}) = \frac{1}{2}$ [ق(ب س جـ) − ق(ب جـ)]

مثال ⑥ :- في الأشكال الآتية أوجد قيمة س .



الحل :- (١) (س + ١٥)° = $\frac{1}{2}$ [١٧٥ − ٩٥] = ٤٠° ⇐ س + ١٥ = ٤٠° ⇐ س = ٢٥°

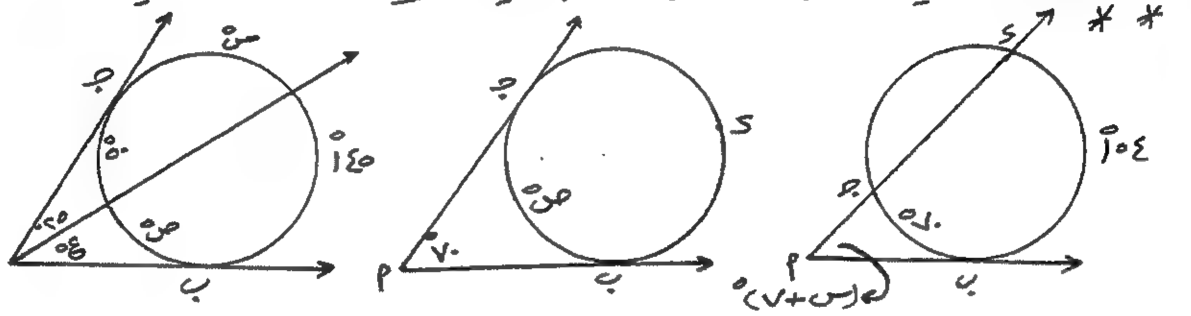
(٢) $\therefore$ ٥٠° = ½ [ق(ب د جـ) − ق(ب جـ)] ⟸ ٥٠° = ½ [(٣٦٠ − جـ س) − جـ س]

٥٠° = ½ [٣٦٠ − ٤ س] × ٢ ⟸ ١٠٠° = ٣٦٠° − ٤ س

٤ س = ٣٦٠ − ١٠٠° ⟸ ٤ س = ٢٦٠° ⟸(÷٤) س = ٦٥°

---

* تدريب * مستعينا بمعطيات الشكل. أوجد قيمة الرمز المستخدم في القياس :-



مثال (٨) :- في الشكل المقابل :- دائرة طول نصف قطرها ٩ سم

ا ب ، ا جـ مماسان لها عند ب ، جـ . ا م يقطع الدائرة في د

، ب جـ في س . رسم ب د فقطع ا جـ في هـ

اذا كان ق(ا) = ١٤٤ . أوجد :-

(١) طول ا ب ، (٢) طول ا س



الحل :- $\because$ ق(ا) = (ا ب)² ⟸ ١٤٤ = (ا ب)² ⟸ ا ب = √١٤٤ = ١٢ سم

نصل ب م نصف قطر . $\because$ ا ب مماس $\therefore$ ا ب ⊥ ب م

$\because$ ا ب ، ا جـ مماسان $\therefore$ ا م ⊥ ب جـ

في △ ا ب م القائم في ب $\therefore$ (ا م)² = (ا ب)² + (ب م)² = (١٢)² + (٩)² = ٢٢٥

$\therefore$ ا م = √٢٢٥ = ١٥ سم

في △ ا ب م القائم في ب ، ب س ⊥ ا م $\therefore$ (ا ب)² = ا س × ا م (أقليدس)

⟸ (١٢)² = ا س × ١٥ ⟸ ا س = ١٤٤ / ١٥ = ٩,٦ سم #

تمارين على "تطبيقات التناسب في الدائرة"

(١) حدد موقع كل من النقط التالية بالنسبة إلى الدائرة م، والتى طول نصف قطرها ١٠سم، ثم احسب بعد كل نقطة عن مركز الدائرة.

(أ) $و_م(أ) = -٣٦$ (ب) $و_م(ب) = ٩٦$ (جـ) $و_م(جـ) =$ صفر

....

(٢) أوجد قوة النقطة المعطاة بالنسبة إلى الدائرة م، والتى طول نصف قطرها نق:

(أ) النقطة أ حيث أ م = ١٢سم ، نق = ٩ سم ....
(ب) النقطة ب حيث ب م = ٨ سم، نق = ١٥ سم ....
(جـ) النقطة جـ حيث جـ م = ٧ سم ، نق = ٧ سم ....
(د) النقطة ى حيث ى م = $\sqrt{١٧}$ سم، نق = ٤ سم ....

(٣) إذا كان بعد نقطة عن مركز دائرة يساوى ٢٥سم وقوة هذه النقطة بالنسبة إلى الدائرة تساوى ...
أوجد طول نصف قطر هذه الدائرة. ....

(٤) الدائرة م طول نصف قطرها ٢٠سم. أ نقطة تبعد عن مركز الدائرة مسافة ١٦سم، رسم الوتر $\overline{ب جـ}$
حيث أ ∈ $\overline{ب جـ}$ ، أ ب = ٢ أ جـ. إحسب طول الوتر $\overline{ب جـ}$.

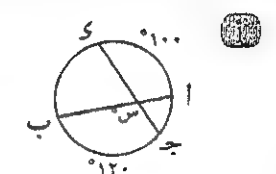
....
....

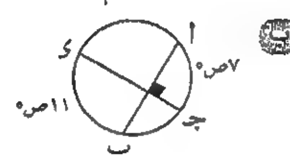
(٥) فى الشكل المقابل: الدائرتان م، ن متقاطعتان فى ا، ب
حيث $\overleftrightarrow{أ ب} \cap \overleftrightarrow{جـ ى} \cap \overleftrightarrow{هـ و} = \{س\}$، س ى = ٢ ى جـ ، هـ و = ١٠سم،
$و_ن(س) = ١٤٤$.

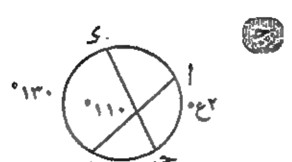
(أ) أثبت أن $\overleftrightarrow{أ ب}$ محور أساسى للدائرتين م، ن.
(ب) أوجد طول كل من $\overline{س جـ}$، $\overline{س و}$
(جـ) أثبت أن الشكل جـ ى و هـ رباعى دائرى.

....
....
....

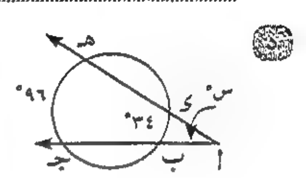
⑥ مستعينًا بمعطيات الشكل، أوجد قيمة الرمز المستخدم فى القياس.

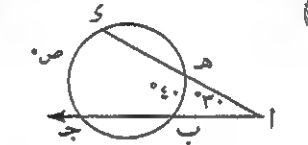
أ


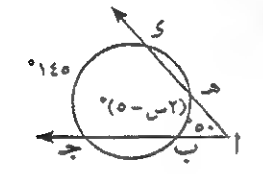
ب


جـ


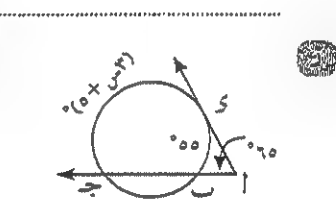
....　..............................　..............................

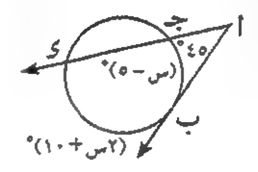
د


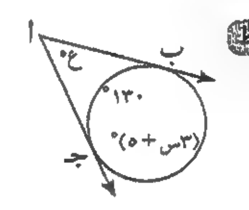
هـ


و


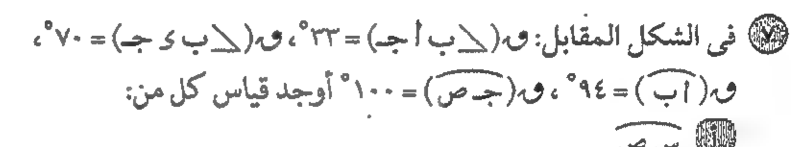
....　..............................

ز


ح


ط


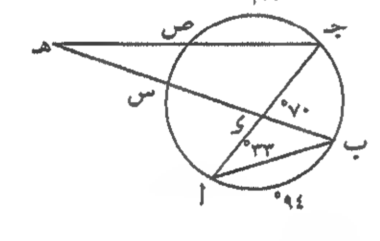
....　..............................　..............................


⑦ فى الشكل المقابل: ق(∠ب أ جـ) = ٣٣°، ق(∠ب ى جـ) = ٧٠°،
ق($\overset\frown{\text{أ ب}}$) = ٩٤°، ق($\overset\frown{\text{جـ ص}}$) = ١٠٠° أوجد قياس كل من:

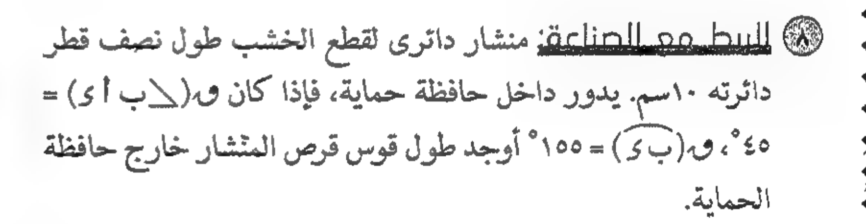

أ $\overset\frown{\text{س ص}}$

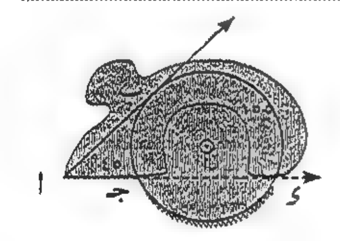

ب $\overset\frown{\text{أ س}}$


جـ ∠ب هـ جـ



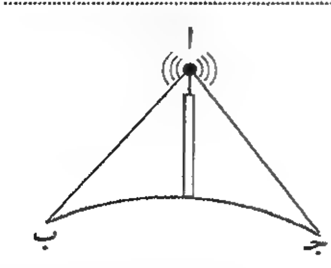
....


⑧ الربط مع الصناعة: منشار دائرى لقطع الخشب طول نصف قطر دائرته ١٠سم. يدور داخل حافظة حماية، فإذا كان ق(∠ب أ ى) = ٤٥°، ق($\overset\frown{\text{ب ى}}$) = ١٥٥° أوجد طول قوس قرص المنشار خارج حافظة الحماية.



....

⑨ الاتصالات: تتبع الإشارات التى تصدر عن برج الاتصالات فى مسارها شعاعًا، نقطة بدايته على قمة البرج، ويكون مماسًا لسطح الأرض، كما فى الشكل المقابل. حدد قياس القوس المحصور بالمماسين بفرض أن البرج يقع على مستوى سطح البحر، ق(∠جـ أ ب) = ٨٠°



تمارين عامة

(١) أكمل العبارات التالية:

(أ) المنصفان الداخلي والخارجي لزاوية واحدة ....

(ب) منصفات زوايا المثلث تتقاطع في ....

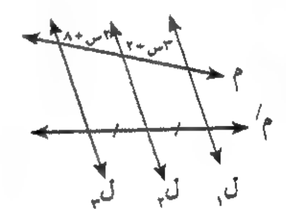
(جـ) إذا رسم مستقيم يوازي أحد أضلاع مثلث، ويقطع الضلعين الآخرين فإنه ....

(د) المنصف الخارجي لزاوية رأس المثلث المتساوي الساقين .... قاعدة المثلث.

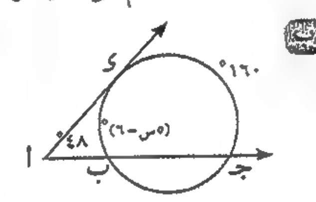
(هـ) إذا كانت قوة النقطة أ بالنسبة للدائرة م كمية سالبة، فإن نقطة أ تقع ....

(٢) مستعينًا بمعطيات الشكل، أوجد قيمة الرمز المستخدم في القياس.

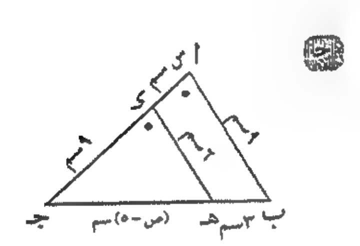
(أ)



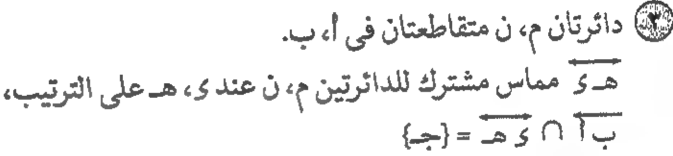
(ب)



(جـ)

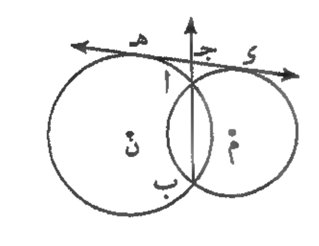


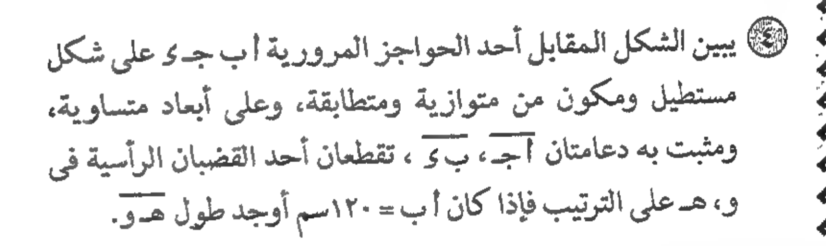
(٣) دائرتان م، ن متقاطعتان في أ، ب.

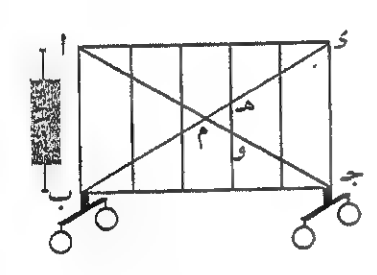

هـى مماس مشترك للدائرتين م، ن عند ى، هـ على الترتيب،
$\overleftrightarrow{ب أ} \cap \overleftrightarrow{ى هـ} = \{جـ\}$

(أ) أثبت أن: $\overleftrightarrow{ب جـ}$ محور أساسي للدائرتين.

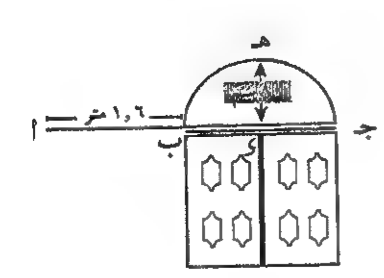

(ب) إذا كان أب = ٩سم، $ق_ن(جـ) = ٣٦$، أوجد طول $\overline{جـ أ}$، $\overline{جـ ى}$




(٤) يبين الشكل المقابل أحد الحواجز المرورية أ ب جـ ى على شكل مستطيل ومكون من متوازية ومتطابقة، وعلى أبعاد متساوية، ومثبت به دعامتان $\overline{أ جـ}$، $\overline{ب ى}$، تقطعان أحد القضبان الرأسية في و، هـ على الترتيب فإذا كان أ ب = ١٢٠سم أوجد طول $\overline{هـ و}$.



(٥) هندسة معمارية: من نقطة أ والتي تبعد ١,٦ مترًا عن قاعدة قنطرة تعلو باب منزل، وجد أن قوة النقطة أ بالنسبة لدائرة قوس القنطرة يساوي ٦,٤ متر مربع.

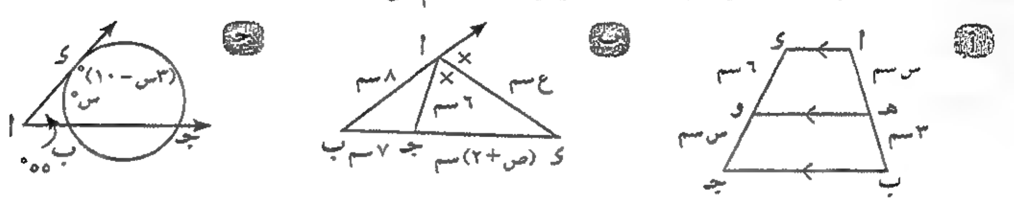


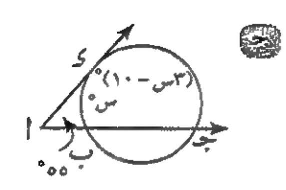
(أ) أوجد طول قاعدة القنطرة (ب جـ).

(ب) إذا كان ارتفاع القنطرة يساوي ٨٠سم، فأوجد قوة النقطة ى بالنسبة لدائرة القنطرة وطول نصف قطرها.

اختبار الوحدة

① مستخدمًا معطيات الشكل، أوجد قيمة الرمز المستخدم فى القياس.

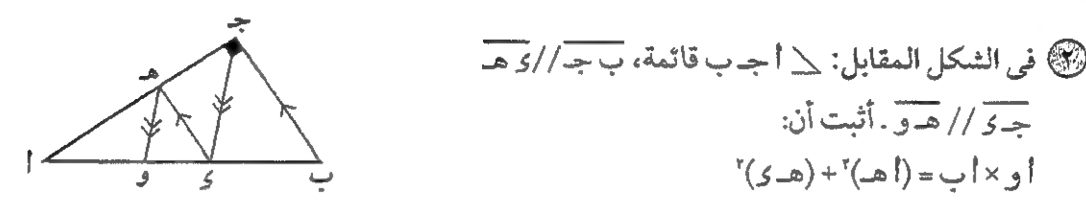




② فى الشكل المقابل: ∠ أ جـ ب قائمة، $\overline{ب جـ} // \overline{ء هـ}$

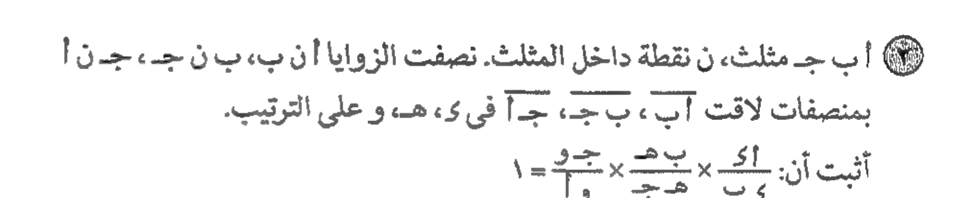
$\overline{جـ ء} // \overline{هـ و}$. أثبت أن:

أ و × أ ب = $(أ هـ)^2 + (هـ ء)^2$



③ أ ب جـ مثلث، ن نقطة داخل المثلث. نصفت الزوايا أ ن ب، ب ن جـ، جـ ن أ بمنصفات لاقت $\overline{أ ب}$، $\overline{ب جـ}$، $\overline{جـ أ}$ فى ء، هـ، و على الترتيب.

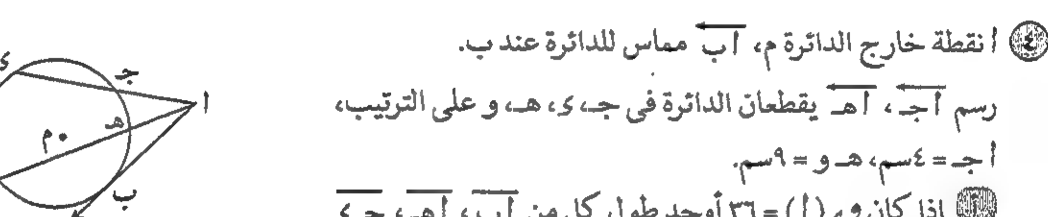
أثبت أن: $\frac{أ ء}{ء ب} \times \frac{ب هـ}{هـ جـ} \times \frac{جـ و}{و أ} = ١$



④ أ نقطة خارج الدائرة م، $\overleftrightarrow{أ ب}$ مماس للدائرة عند ب.

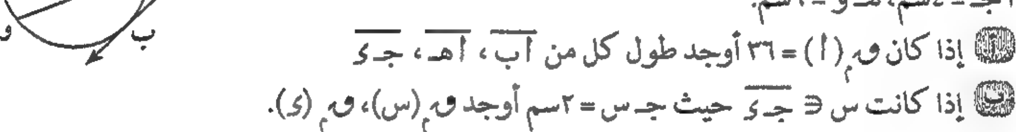
رسم $\overleftrightarrow{أ جـ}$، $\overleftrightarrow{أ هـ}$ يقطعان الدائرة فى جـ، ء، هـ، و على الترتيب،

أ جـ = ٤سم، هـ و = ٩سم.



(أ) إذا كان ق$_م$(أ) = ٣٦ أوجد طول كل من $\overline{أ ب}$، $\overline{أ هـ}$، $\overline{جـ ء}$

(ب) إذا كانت س ∈ $\overline{جـ ء}$ حيث جـ س = ٢سم أوجد ق$_م$(س)، ق$_م$ (ء).



⑤ $\overline{أ ء}$ متوسط فى △أ ب جـ، $\overrightarrow{جـ س}$ ينصف ∠ أ ء ب ويقطع $\overline{أ ب}$ فى س، $\overrightarrow{ء ص}$ ينصف ∠أ ء جـ ويقطع $\overline{أ جـ}$ فى ص.

(أ) أثبت أن: $\overline{س ص} // \overline{ب جـ}$

(ب) إذا رسم $\overleftrightarrow{ء ع}$ ⊥ $\overline{س ص}$ و يقطعه فى ع، وكان س ع = ٩سم، ع ص = ١٦سم

أوجد طول كل من : $\overline{ء س}$، $\overline{ء ص}$.

اختبار تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

(١) إذا كان $\frac{س}{٦} = \frac{٩}{٢}$ فإن س تساوى:

(أ) ١٢ (ب) ١٦ (ج) ٢٧ (د) ٨١

(٢) جذرا المعادلة س^{٢} + س − ٢٠ = صفر هما:

(أ) ٢، −١٠ (ب) ٤، −٥ (ج) ٥، −٤ (د) −٤، ٥

(٣) إذا كان $\overline{ى هـ} // \overline{ب جـ}$ فإن أ جـ يساوى:

(أ) ٣سم (ب) ٤سم

(ج) ٦سم (د) ١٠سم

(٤) إذا كان المستقيمات ل$_{١}$، ل$_{٢}$، ل$_{٣}$ متوازية، يقطعها المستقيمان م، م/ والأطوال مقدرة بالستيمترات فإن س تساوى:

(أ) ٥ (ب) ٣

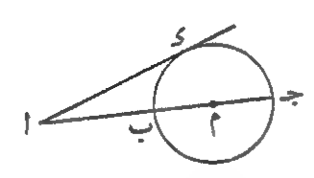
(ج) ٧ (د) ٢

(٥) فى الشكل المقابل $\overleftrightarrow{أ ى}$ ينصف الزاوية الخارجة عند أ فإن طول $\overline{جـ ى}$ يساوى:

(أ) ٥سم (ب) ١٠سم

(ج) ١٢سم (د) ١٨سم

(٦) الدائرة م طول نصف قطرها ٥سم، $\overleftrightarrow{أ ى}$ مماس للدائرة عند ى، أ ى = ١٢سم فإن طول $\overline{أ جـ}$ يساوى:

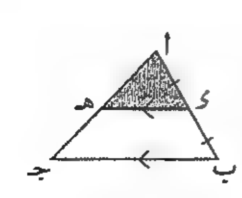


(أ) ٧سم (ب) ١٢سم

(ج) ١٥سم (د) ١٨سم

(٧) إذا كانت مساحة سطح △أ ى هـ = ١٦سم^{٢}

فإن مساحة سطح المثلث أ ب جـ = ... سم^{٢}.



(أ) ١٦ (ب) ٣٢

(ج) ٦٤ (د) ١٢٨

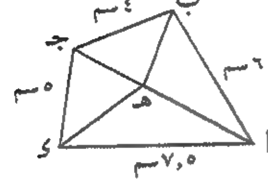
اختبار تراكمى

الأسئلة ذات الإجابات القصيرة:

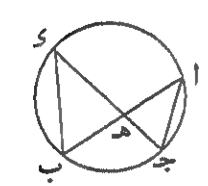
(٨) فى الشكل المقابل:
$\overline{أب} // \overline{جـ ى}$، ب هـ = ٢سم، جـ هـ = ٣سم،
أ ى = ١٠سم. أوجد طول $\overline{هـ ى}$



(٩) فى الشكل المقابل: $\overrightarrow{ب هـ}$ ينصف ∠ب،
ويقطع $\overline{أ جـ}$ فى هـ أ ب = ٦سم، جـ ى = ٥سم، ى أ = ٧,٥سم
ب جـ = ٤سم. أثبت أن $\overrightarrow{ى هـ}$ ينصف ∠ أ ى جـ

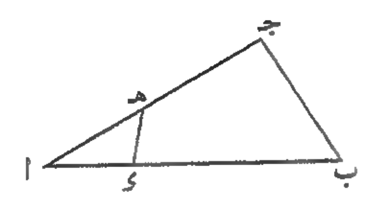


(١٠) فى الشكل المقابل:
$\overline{أب}$ ، $\overline{جـ ى}$ وتران فى الدائرة، $\overline{أب}$ ∩ $\overline{جـ ى}$ = {هـ}
أثبت أن △أ هـ جـ ~ △ى هـ ب



التمارين ذات الإجابات الطويلة

(١١) فى الشكل المقابل: أ ب جـ مثلث فيه أ ب = ٢ ب جـ = ١٢سم،
أ جـ = ٩سم، ى ∈ $\overline{أب}$ حيث أ ى = ٣سم،
هـ ∈ $\overline{أجـ}$ حيث أ هـ = ٤سم.
أثبت أن △ أ ب جـ ~ △ أ هـ ى
ثم أوجد طول $\overline{هـ ى}$.



(١٢) أ ب جـ مثلث، ى ∈ $\overline{ب جـ}$، ى ∉ $\overline{ب جـ}$، رسم $\overleftrightarrow{ى و}$ فقطع $\overline{أ جـ}$، $\overline{أب}$ فى هـ، و على الترتيب
فإذا كان الشكل ب جـ هـ و رباعيًا دائريًا أثبت أن $\frac{ب ى}{ى هـ} = \frac{و ب}{جـ هـ}$.



اختبارات عامة

من الكتاب المدرسي علي

الجبر

وحساب المثلثات

والهندسة

اختبارات عامة

الاختبار الأول (الجبر وحساب المثلثات)

أولاً: أكمل ماياتى

(١) إذا كان س = -١ هى أحد جذرى المعادلة س^{٢} - أ س - ٢ = ٠ فإن أ = ...

(٢) إشارة الدالة د حيث د(س) = س^{٢} + ٣ تكون ....

(٣) المعادلة التربيعية فى مجموعة الأعداد المركبة التى جذراها - ت، ت هى ....

(٤) مدى الدالة د حيث د(θ) = ٣ جاθ هو ....

(٥) أصغر زاوية موجبة مكافئة للزاوية التى قياسها (-٨٤٠°) قياسها .... وتقع فى الربع ....

ثانيًا: أجب عن الأسئلة الآتية:

(١) (أ) أثبت أن جذرى المعادلة س^{٢} - ٥س + ٣ = ٠ حقيقيان مختلفان، ثم أوجد مجموعة الحل فى ح مقربًا الناتج لرقم عشرى واحد. ....

(ب) أوجد فى أبسط صورة قيمة المقدار: جا (-٣٠°) جتا ٤٢٠° + $\frac{\text{ظا}٢٥°}{\text{ظتا}٦٥°}$ ....

(٢) (أ) فى المعادلة (أ - ٥) س^{٢} + (أ - ١٠) س - ٥ = ٠ أوجد قيمة أ فى الحالات الآتية:

أولًا: إذا كان مجموع جذرى المعادلة = ٤ ....

ثانيًا: إذا كان أحد جذرى المعادلة هو المعكوس الضربى للجذر الآخر. ....

(ب) ابحث إشارة الدالة د حيث د(س) = س^{٢} + ٢ س - ١٥ مع توضيح ذلك على خط الأعداد.

....

(٣) (أ) أوجد مجموعة حل المتباينة: ٥س^{٢} + ١٢س ≥ ٤٤ ....

....

(ب) إذا كان جا θ = $\frac{٣}{٥}$ حيث ٩٠° < θ < ١٨٠°، أوجد قيمة: جتا (٢٧٠° - θ)، ظا (١٨٠° + θ) ....

....

(٤) (أ) ضع العدد المركب الآتى فى أبسط صورة (٢٦ - ٤ت) - (٩ - ٢٠ ت) حيث ت^{٢} = -١ ....

(ب) الربط بالرياضة: يركل لاعب كرة القدم الكرة نحو الهدف من مسافة س مترا عن حارس المرمى، فيقفز الحارس ويمسك الكرة على ارتفاع ٢,١ مترًا عن سطح الأرض فإذا كان مسار الكرة يميل بزاوية قياسها ٣٠° مع الأفقى. فأوجد لأقرب رقم عشرى واحد المسافة بين اللاعب وحارس المرمى عندما ركل اللاعب الكرة.

٢,١ م
٣٠°
س

الاختبار الثانى (الجبر وحساب المثلثات)

أولًا: اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة:

(١) أبسط صورة للعدد التخيلى $ت^{٧٣}$ هو: ....

(أ) −١ (ب) ١ (جـ) −ت (د) ت

(٢) الدالة د: [−٤، ٧] ⟵ ح حيث د(س) = ٦ − ٢س تكون إشارتها موجبة فى الفترة: ....

(أ) [−٤، ٣[(ب)]٣، ٧] (جـ) [−٤، ٧] (د)]٣، ٧]

(٣) إذا كان جذرا المعادلة ٤ $س^٢$ − ١٢ س + جـ = ٠ متساويين فإن جـ تساوى: ....

(أ) ٣ (ب) ٤ (جـ) ٩ (د) ١٦

(٤) ظا $\left(-\frac{\pi}{٦}\right)$ تساوى: ....

(أ) $-\sqrt{٣}$ (ب) $-\frac{١}{\sqrt{٣}}$ (جـ) $\frac{١}{\sqrt{٣}}$ (د) $\sqrt{٣}$

(٥) القياس الدائرى لزاوية مركزية تحصر قوسًا طوله ٣سم من دائرة طول قطرها ٤سم هو: ....

(أ) $(\frac{٢}{٣})^{د}$ (ب) $(\frac{٣}{٢})^{د}$ (جـ) $٥^{د}$ (د) $٦^{د}$

ثانيًا: أجب عن الأسئلة الآتية:

(١) (أ) بين نوع جذرى المعادلة $س^٢$ + ٩ = ٦ س، ثم أوجد مجموعة الحل. ....

(ب) إذا كان: ٧ قتا أ = ٢٥ حيث $\frac{\pi}{٢}$ < أ < π. فأوجد القيمة العددية للمقدار: ظا (π + أ) − ظتا (أ − $\frac{\pi}{٢}$)

....

(٢) (أ) أوجد قيمتى أ، ب الحقيقيتين اللتين تحققان المعادلة: (أ + ٣) − (ب − ١) ت = ٧ − ٩ ت حيث $ت^٢$ = −١

....

(ب) حول قياس كل من الزوايا المكتوبة بالدرجات إلى راديان والمكتوبة بالراديان إلى درجات

أولًا: ٢١٥° ―――― ثانيًا: $\frac{٨\pi}{٦}$ ....

(٣) (أ) ابحث إشارة الدالة د حيث د(س) = ٢$س^٢$ − ٣ س + ٤ مع توضيح ذلك على خط الأعداد الحقيقية

(ب) إذا كانت الزاوية θ مرسومة فى الوضع القياسىّ، حيث يمر ضلعها النهائى بالنقطة (٤، −٣)

فأوجد جاθ، ظتاθ. ....

(٤) (أ) إذا كان $(س + ٢)^٢$ + (س + ١) (س − ٤) < ٠

أولًا: اكتب المتباينة التربيعية فى أبسط صورة. ثانيًا: أوجد مجموعة حل المتباينة.

....

(ب) إذا كان $\frac{٢}{ل}$، $\frac{٢}{م}$ هما جذرا المعادلة $س^٢$ − ٦ س + ٤ = ٠ فأوجد المعادلة التى جذراها (ل + م)، ل م.

الاختبار الثالث (الجبر وحساب المثلثات)

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

① إذا كان أحد جذرى المعادلة أس^{٢} + ٢ س + ٥ = ٠ معكوسًا ضربيًا للجذر الآخر فإن أ تساوى: ....

(أ) -٥ (ب) -٢ (ج) ٢ (د) ٥

② إشارة الدالة د حيث د(س) = ٦ - ٢ س تكون موجبة إذا كانت: ....

(أ) س > ٣ (ب) س ≤ ٣ (ج) س < ٣ (د) س ≥ ٣

③ المعادلة التربيعية التى جذراها ١ + ت ، ١ - ت حيث ت^{٢} = -١ هى: ....

(أ) س^{٢} + ٢س + ٢ = ٠ (ب) س^{٢} - ٢س + ٢ = ٠ (ج) س^{٢} + ٢س - ٢ = ٠ (د) س^{٢} - ٢س - ٢ = ٠

④ إذا كانت θ زاوية مرسومة فى الوضع القياسى بحيث جتا θ > ٠، فى أى ربع يقع ضلع النهاية للزاوية θ:

(أ) الأول (ب) الأول أو الثانى (ج) الأول أو الثالث (د) الأول أو الرابع

⑤ إذا كانت ٢ جتا أ = -$\sqrt{٢}$ فإن أقل زاوية موجبة تحقق هذه الدالة المثلثية هى: ....

(أ) ٤٥° (ب) ١٣٥° (ج) ٢٢٥° (د) ٣١٥°

ثانياً : أجب عن الأسئلة الآتية :

① (أ) إذا كان ل، م جذرى المعادلة س (٢ س + ٣) = ٥ فأوجد المعادلة التى جذراها ل + ١ ، م + ١. ....

....

(ب) زاوية مركزية قياسها ٦٠° وتقابل قوسًا طوله $\frac{٧\pi}{٣}$ سم، احسب طول نصف قطر دائرتها. ....

....

② (أ) ضع العدد $\frac{٢ - ٣ت}{٣ + ٢ت}$ فى صورة عدد مركب. حيث ت^{٢} = -١. ....

(ب) إذا كان ٤ جا أ - ٣ = ٠ أوجد ق (∠أ) حيث أ ∈] ٠، $\frac{ط}{٢}$ [..........

③ (أ) إذا كانت د : ح ⟵ ح حيث د(س) = - س^{٢} + ٨ س - ١٥

أولاً: ارسم منحنى الدالة فى الفترة [١، ٧] ثانيًا: عين من الرسم إشارة هذه الدالة.

....

(ب) إذا كان س = ٣ + ٢ت، ص = $\frac{٤ - ٢ت}{١ - ت}$ فأوجد س + ص فى صورة عدد مركب. ....

④ (أ) أوجد مجموعة حل المتباينة س^{٢} + ٣س - ٤ ≥ ٠. ....

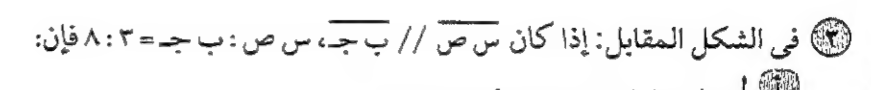
(ب) إذا كان ظا ب = $\frac{٣}{٤}$ حيث ١٨٠° < ب < ٢٧٠° فأوجد قيمة: جتا (٣٦٠° - ب) - جتا (٩٠° - ب)

الاختبار الرابع (الهندسة)

أولاً: أكمل

(١) إذا قطع مستقيمان عدة مستقيمات متوازية، فإن أطوال القطع الناتجة على أحد القاطعين تكون ....

(٢) النسبة بين مساحتى سطحى مثلثين متشابهين هي ٣ : ٥، إذا كانت مساحة سطح المثلث الأول ٣٦ سم² فإن مساحة سطح المثلث الثانى تساوى ....



(٣) فى الشكل المقابل: إذا كان $\overline{س ص}$ // $\overline{ب جـ}$، س ص : ب جـ = ٣ : ٨ فإن:

(أ) اس : س ب = ... : ....

(ب) محيط △اس ص : محيط △اب جـ = ... : ....

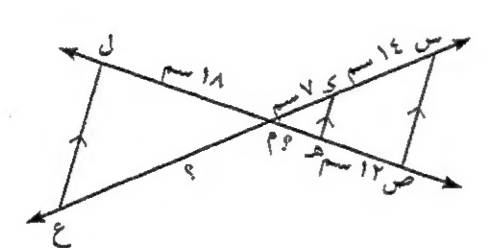
(٤) فى الشكل المقابل: إذا كان $\overrightarrow{جـ ى}$ ينصف (∠جـ)،

ا جـ = ٣ سم، ب جـ = ٧,٥ سم، فإن ا ى : ب ى = ...

ثانيًا: أجب عن الأسئلة الآتية

(١) (أ) أوجد قوة النقطة ا بالنسبة إلى الدائرة م التى طول نصف قطرها ٣ سم ، ام = ٤ سم.

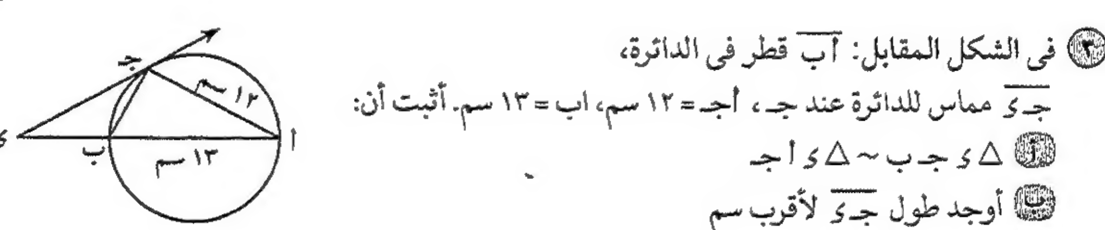
(ب) رسم مهندس معمارى مخططًا لقطعة أرض مستطيلة الشكل، طولها ضعف عرضها، ومساحتها ٢٠٠ متر² بمقياس رسم ١ : ٢٠٠، أوجد طول قطعة الأرض فى المخطط.



(٢) فى الشكل المقابل: $\overline{س ص}$ // $\overline{ى هـ}$ // $\overline{ل ع}$ أوجد:

أولًا: طول $\overline{هـ م}$

ثانيًا: طول $\overline{م ع}$



(٣) فى الشكل المقابل: $\overline{ا ب}$ قطر فى الدائرة،

$\overline{جـ ى}$ مماس للدائرة عند جـ ، ا جـ = ١٢ سم، اب = ١٣ سم. أثبت أن:

(أ) △ ى جـ ب ~ △ ى ا جـ

(ب) أوجد طول $\overline{جـ ى}$ لأقرب سم

(جـ) أوجد مساحة △ اب جـ

(٤) اب جـ مثلث قائم الزاوية فى ا، فيه ا ب = ٢٠ سم، ا جـ = ١٥ سم، ى ∈ $\overline{ب جـ}$ بحيث كان ب ى = ١٠ سم، رسم $\overline{ا هـ}$ ⊥ $\overline{ب جـ}$ ويقطع $\overline{ب جـ}$ فى هـ ، ومن ى رسم $\overline{ى و}$ // $\overline{ب ا}$ ويقطع $\overline{ا هـ}$ فى و.

أثبت أن $\overrightarrow{جـ و}$ ينصف ∠جـ.

الاختبار الخامس (الهندسة)

أولاً: أكمل:

(١) النسبة بين مساحتى سطحى مثلثين متشابهين كالنسبة بين ....

(٢) يتشابه المضلعان إذا كان .... ، ....

(٣) في الشكل المقابل أكمل:

(أ) $(أ ى)^2$ = ...

(ب) ى ن × ن هـ = ...

(جـ) △ أ ى جـ ~ △ ....

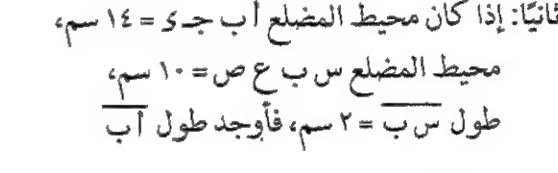
ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

(١) (أ) أوجد قوة النقطة ب بالنسبة إلى الدائرة م، التى طول نصف قطرها ٨ سم، ب م = ٥ سم

(ب) في الشكل المقابل:

أولاً: إذا كان المضلع أ ب جـ ى ~ المضلع س ب ع ص

فاثبت أن: $\overline{س ص}$ // $\overline{أ ى}$.



ثانيًا: إذا كان محيط المضلع أ ب جـ ى = ١٤ سم،

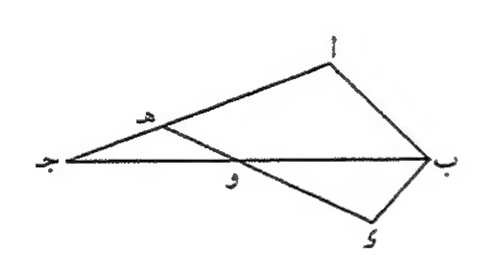
محيط المضلع س ب ع ص = ١٠ سم،

طول $\overline{س ب}$ = ٢ سم، فأوجد طول $\overline{أ ب}$

(٢) في الشكل المقابل: أ ب = ٦ سم، ب جـ = ١٢ سم،

جـ أ = ٨ سم، وجـ = ٣ سم ، ى ب = ٤,٥ سم ، ى و = ٦ سم.

أثبت أن:



(أ) △ أ ب جـ ~ △ ى ب و

(ب) △ هـ و جـ متساوى الساقين.

(٣) س ص ع مثلث، نصفت زاوية ص بمنصف قطع $\overline{س ع}$ في م، ثم رسم $\overline{ن م}$ // $\overline{ص ع}$ فقطع $\overline{س ص}$ في ن.

أثبت أن: $\frac{س ص}{ص ع} = \frac{س ن}{ص ن}$، وإذا كان س ص = ٦ سم ، ص ع = ٤ سم، فأوجد طول $\overline{س ن}$.

(٤) أ ب جـ مثلث قائم الزاوية في أ. رسم $\overline{أ ى}$ ⊥ $\overline{ب جـ}$ فقطعها في ى.

رسم المثلثان المتساويا الأضلاع أ ب هـ ، جـ أ و خارج المثلث أ ب جـ

أثبت أن:

(أ) الشكل الرباعى أ ى ب هـ ~ الشكل الرباعى جـ ى أ و.

(ب) $\frac{\text{مساحة سطح الشكل أ ى ب هـ}}{\text{مساحة سطح الشكل جـ ى أ و}} = \frac{ب ى}{جـ ى}$

الاختبار السادس (الهندسة)

أولاً: أكمل:

(١) (أ) إذا رُسم مستقيم يوازى أحد أضلاع مثلث، و يقطع الضلعين الآخرين فإنه ....

(ب) فى الشكل المقابل: إذا كان $\overleftarrow{اى}$ مماس للدائرة عند ى، فإن:



أولاً: اجـ × اب = ...

ثانيًا: إذا كان اجـ = ٨ سم، اب = ٢سم، فإن اى = ...

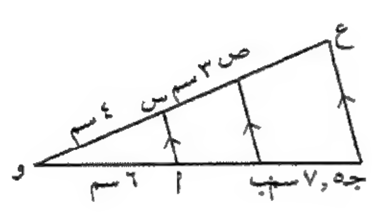
ثالثًا: إذا كان اب = ب جـ ، اى = ٣ $\sqrt{٢}$ سم فإن، اجـ = ...

ثانيا: أجب عن الأسئلة الآتية:

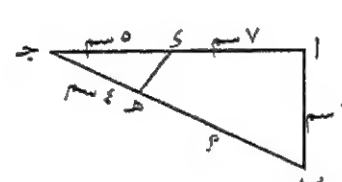
(١) (أ) إذا كانت النسبة بين مساحتى سطحى مضلعين متشابهين تساوى ١٦ : ٤٩، فما النسبة بين طولى ضلعين متناظرين فيهما؟ وما النسبة بين محيطيهما؟

(ب) دائرتان متقاطعتان فى أ، ب رسم مماس مشترك يمسانهما فى س، ص.
إذا كان $\overleftrightarrow{اب}$ ∩ $\overleftrightarrow{س ص}$ = {جـ} اثبت أن جـ منتصف $\overline{س ص}$.

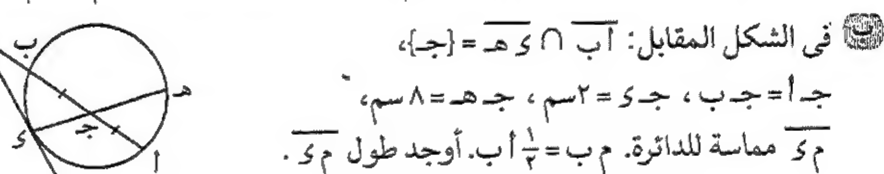
(٢) (أ) فى الشكل المقابل: $\overline{اس}$ // $\overline{ب ص}$ // $\overline{جـ ع}$ ،
و ا = ٦ سم ، و س = ٤ سم ، س ص = ٣ سم،
ب جـ = ٧,٥ سم. أوجد طول كل من $\overline{اب}$ ، $\overline{ع ص}$



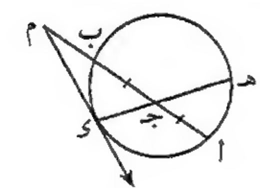
(ب) فى الشكل المقابل:
△ جـ ى هـ ~ △ جـ ب ا
باستخدام الأطوال الموضحة على الرسم
أوجد طول كل من $\overline{ب هـ}$ ، $\overline{ى هـ}$.



(٣) (أ) أوجد قوة النقطة جـ بالنسبة إلى الدائرة م التى طول نصف قطرها ٦ سم، جـ م = ٦ سم



(ب) فى الشكل المقابل: $\overline{اب}$ ∩ $\overline{ى هـ}$ = {جـ}،
جـ ا = جـ ب ، جـ ى = ٢سم ، جـ هـ = ٨ سم،
$\overline{م ى}$ مماسة للدائرة. م ب = $\frac{١}{٢}$ اب. أوجد طول $\overline{م ى}$.



(٤) فى الشكل المقابل: اب جـ مثلث، فيه س ∈ $\overline{اب}$ بحيث كان ا س = ٤ سم،
س ب = ٦ سم، ص ∈ $\overline{اجـ}$ بحيث كان ا ص = ٥ سم، ص جـ = ٣ سم.

(أ) أثبت أن: △ ا س ص ~ △ ا جـ ب

(ب) الشكل س ب جـ ص رباعى دائرى.

(جـ) إذا كانت م (△ ا س ص) = ٨ سم². أوجد مساحة سطح المضلع س ب جـ ص.